

PLAN PRILAGODBE ZA PILOT PODRUČJE RIJEKE JADRO

Final Version of 30/12/2021

Deliverable Number D.5.3.2.

Project Acronym	CHANGE WE CARE
Project ID Number	10043385
Project Title	Climate cHallenges on coAstal and traNsitional chanGing arEas: WEaving a Cross-Adriatic REsponse
Priority Axis	2
Specific objective	2.1
Work Package Number	5
Work Package Title	Pilot lokacije: Strategije i mjere prilagodbe za povećanje otpornosti na klimatske promjene
Activity Number	5.3
Activity Title	Plan prilagodbe / projektiranje intervencija / intervencije na rijeci Jadro
Partner in Charge	RERA
Partners involved	
Status	Final
Distribution	Public

Summary

Sadržaj.....	5
Popis slika.....	8
Popis tablica.....	13
1. Uvod.....	15
2. Ciljevi i sadržaj dokumenta.....	15
3. CHANGE WE CARE projekt i ciljevi RP5.....	15
4. Opis pilot područja, okvir znanja i scenarija.....	16
5. Uvod (J. Margeta).....	16
6. Osnovne značajke područja rijeke Jadro (J. Margeta).....	19
7. Zaštićena područja.....	27
8. Službeni podaci o stanju voda.....	29
9. Hidrotehnički sustavi i vodna infrastrukture područja rijeke Jadro (J. Margeta).....	36
10. Namjena i korištenje voda.....	36
11. Zaštita voda i prirodnih funkcija vode.....	42
12. Zaštita od voda i mora.....	53
13. Suše i toplinski valovi.....	58
14. Zaštita od nepovoljnih vremenskih pojava – nevremena.....	59
15. Zaštita od erozije zemljišta.....	60
16. Zaštita od požara.....	60
17. Zaštita prirodnih funkcija vode.....	61
18. Status i trendovi hidroloških procesa (J. Margeta).....	63
19. Hijerarhija hidrološkog sustava.....	63
20. Prosesi u slivu i utjecaj na vodni sustav rijeke.....	66
21. Karakteristike sedimenta.....	68
22. Analiza pesticida u vodi i sedimentu.....	71
23. Opterećenje dušikom i fosforom.....	71
24. Režim voda rijeke Jadro (J. Margeta).....	75
25. Režim voda na izvoru.....	75
26. Vode topografskog sliva.....	80

27.	Prijelazne vode i obalno more	85
28.	Režim kakvoće vode.....	87
29.	Urbanizacija prostora - povijesni razvoj, obilježja i pritisci na okoliš (A.Grgić, M.Baučić, F.Gilić) 101	
30.	Povijesni razvoj prirodno-kulturnih obilježja	102
31.	Demografska obilježja i obilježja stambene i industrijske izgradnje.....	104
32.	Planiranje urbanizacije i klimatske promjene	110
33.	Dinamika promjena prirodnih procesa u pilot području pod utjecajem klimatskih promjena (J. Margeta)	124
34.	Klimatske promjene i utjecaji na okoliš	124
35.	Sadašnja klima i trendovi promjena na vodnom području rijeke Jadro	126
36.	Prognozirane promjene klime – Hrvatska strategija prilagodbe klimatskim promjenama 133	
37.	Regionalni modeli promjene klime korišteni u projektu CHANGE WE CARE.....	140
38.	Izloženost i klimatske prijetnje održivosti vodnog područja rijeke Jadro	144
39.	Mogući klimatski učinci na vodni sustav rijeke Jadro	146
40.	<i>Elementi participativnog procesa za pilot područje rijeke Jadro</i>	155
41.	Uključeni dionici.....	155
42.	Dizajn i provedba participativnog procesa.....	155
43.	Ishodi participativnog procesa.....	158
44.	<i>Plan prilagodbe na klimatske promjene za područje rijeke Jadro</i>	159
45.	Pravni okvir (H.Bartulović)	159
46.	Utvrđivanje vizije, ciljeva i zadataka (M.Baučić, A.Grgić, H, Bartulović).....	162
47.	<i>Vizija</i>	<i>163</i>
48.	<i>Ciljevi, prioriteti i mjere</i>	<i>164</i>
49.	Obuhvati (J. Margeta)	170
50.	Upravljačke cjeline i strategije (J. Margeta).....	175
51.	Upravljanje na razini riječnog bazena	175
52.	Upravljanje na razini vodnog sustava rijeke Jadro.....	177
53.	Urbano oblikovanje osjetljivo na vodu (UOOV) (J. Margeta).....	191
54.	Realizacija projekta urbanog oblikovanja osjetljivog na vodu na području topografskog sliva rijeke Jadro (J. Margeta)	193
55.	Akcijski plan (M.Baučić, A.Grgić, H.Bartulović)	210
56.	Cilj 1: Očuvani prirodni okoliš i čiste vode	210

57.	Cilj 2: Izgrađena područja otporna na klimatske promjene.....	213
58.	Cilj 3: Integralno upravljanje slivom i urbanim područjima.....	217
6.8.	Plan praćenja (H.Bartulović)	220
59.	Završna riječ i naznake za provedbu Plana za pilot područje	238
	<i>Reference</i>	240
	<i>Prilozi</i>	242
	Projekt: Rijeka Jadro i pripadajući inundacijski prostor.....	242
	Podprojekt 1.....	247
	Podprojekt 2.....	248

Sadržaj

Sadržaj.....	5
Popis slika.....	8
Popis tablica.....	13
1. Uvod.....	15
2. Ciljevi i sadržaj dokumenta.....	15
3. CHANGE WE CARE projekt i ciljevi RP5.....	15
4. Opis pilot područja, okvir znanja i scenarija.....	16
5. Uvod (J. Margeta).....	16
6. Osnovne značajke područja rijeke Jadro (J. Margeta).....	19
7. Zaštićena područja.....	27
8. Službeni podaci o stanju voda.....	29
9. Hidrotehnički sustavi i vodna infrastrukture područja rijeke Jadro (J. Margeta).....	36
10. Namjena i korištenje voda.....	36
11. Zaštita voda i prirodnih funkcija vode.....	42
12. Zaštita od voda i mora.....	53
13. Suše i toplinski valovi.....	58
14. Zaštita od nepovoljnih vremenskih pojava – nevremena.....	59
15. Zaštita od erozije zemljišta.....	60
16. Zaštita od požara.....	60
17. Zaštita prirodnih funkcija vode.....	61
18. Status i trendovi hidroloških procesa (J.Margeta).....	63
19. Hijerarhija hidrološkog sustava.....	63
20. Proces u slivu i utjecaj na vodni sustav rijeke.....	66
21. Karakteristike sedimenta.....	68
22. Analiza pesticida u vodi i sedimentu.....	71
23. Opterećenje dušikom i fosforom.....	71
24. Režim voda rijeke Jadro (J.Margeta).....	75
25. Režim voda na izvoru.....	75
26. Vode topografskog sliva.....	80

27.	Prijelazne vode i obalno more	85
28.	Režim kakvoće vode.....	87
29.	Urbanizacija prostora - povijesni razvoj, obilježja i pritisci na okoliš (A.Grgić, M.Baučić, F.Gilić) 101	
30.	Povijesni razvoj prirodno-kulturnih obilježja	102
31.	Demografska obilježja i obilježja stambene i industrijske izgradnje.....	104
32.	Planiranje urbanizacije i klimatske promjene	110
33.	Dinamika promjena prirodnih procesa u pilot području pod utjecajem klimatskih promjena (J. Margeta)	124
34.	Klimatske promjene i utjecaji na okoliš	124
35.	Sadašnja klima i trendovi promjena na vodnom području rijeke Jadro	126
36.	Prognozirane promjene klime – Hrvatska strategija prilagodbe klimatskim promjenama 133	
37.	Regionalni modeli promjene klime korišteni u projektu CHANGE WE CARE.....	140
38.	Izloženost i klimatske prijetnje održivosti vodnog područja rijeke Jadro	144
39.	Mogući klimatski učinci na vodni sustav rijeke Jadro	146
40.	<i>Elementi participativnog procesa za pilot područje rijeke Jadro</i>	155
41.	Uključeni dionici.....	155
42.	Dizajn i provedba participativnog procesa.....	155
43.	Ishodi participativnog procesa.....	158
44.	<i>Plan prilagodbe na klimatske promjene za područje rijeke Jadro</i>	159
45.	Pravni okvir (H.Bartulović)	159
46.	Utvrđivanje vizije, ciljeva i zadataka (M.Baučić, A.Grgić, H, Bartulović).....	162
47.	<i>Vizija</i>	<i>163</i>
48.	<i>Ciljevi, prioriteti i mjere</i>	<i>164</i>
49.	Obuhvati (J. Margeta)	170
50.	Upravljačke cjeline i strategije (J. Margeta).....	175
51.	Upravljanje na razini riječnog bazena	175
52.	Upravljanje na razini vodnog sustava rijeke Jadro.....	177
53.	Urbano oblikovanje osjetljivo na vodu (UOOV) (J. Margeta).....	191
54.	Realizacija projekta urbanog oblikovanja osjetljivog na vodu na području topografskog sliva rijeke Jadro (J. Margeta)	193
55.	Akcijski plan (M.Baučić, A.Grgić, H.Bartulović)	210
56.	Cilj 1: Očuvani prirodni okoliš i čiste vode	210

57.	Cilj 2: Izgrađena područja otporna na klimatske promjene.....	213
58.	Cilj 3: Integralno upravljanje slivom i urbanim područjima	217
6.8.	Plan praćenja (H.Bartulović)	220
59.	Završna riječ i naznake za provedbu Plana za pilot područje	238
	<i>Reference</i>	240
	<i>Prilozi</i>	242
	Projekt: Rijeka Jadro i pripadajući inundacijski prostor	242
	Podprojekt 1.....	247
	Podprojekt 2.....	248

Popis slika

Slika 1. Prolaz rijeke Jadro (crvena linija) kroz urbano područje, iscrtkana crvena linija pokazuje približnu granicu topografskog sliva (podloga: Google Earth).....	16
Slika 2. Topografski sliv rijeke Jadro i granice administrativnih jedinica (autor Frane Gilić)	18
Slika 3. Rijeka Jadro (Geoportal, DGU, topografska karta)	19
Slika 4. Krivulja trajanja protoke (period 1984 – 2013);	20
Slika 5. Topografski sliv i pritoci rijeke Jadro	22
Slika 6. Sliv podzemnih voda izvora rijeke Jadro.....	23
Slika 7. Karakteristične dionice – cjeline rijeke Jadro	24
Slika 8. Početni – gornji tok rijeke Jadro	24
Slika 9. Gornji zaštićeni dio i gornji dio srednjeg toka rijeke (zaštićeno područje označeno)	25
Slika 10. Donji dio srednjeg toka rijeke	25
Slika 11. Područje ušća i prijelaznih voda i obalnog mora (Google Earth).....	26
Slika 12. Ušće rijeke Jadro i obalno more	26
Slika 13. Zone sanitarne zaštite.....	29
Slika 14. Mjerne postaje u slivu	30
Slika 15. Podjela voda rijeke Jadro (Hrvatske vode)	30
Slika 16. Lokacija ID Vranjic OC07 (CO02, FP-016a), dubina vode 22 m	34
Slika 17. Namjena vode.....	36
Slika 18. Vodoopskrbni sustav SPLIT-SOLIN-KAŠTELA-TROGIR; Izvor: Službene Internet stranice Agencije Eko Kaštelanski zaljev (http://www.ekz.hr/upload/tbl_projekti/split_solin_kastela_trogir_13336.jpg)	39
Slika 19. Postojeći vodoopskrbni sustav u gradu Solinu, (izvor: Konceptijsko rješenje sustava vodoopskrbe aglomeracije Split-Solin (Hidroprojekt-Consult d.o.o., Zagreb))	40
Slika 20. Postojeći vodoopskrbni sustav u naselju Klis, (izvor: Konceptijsko rješenje sustava vodoopskrbe aglomeracije Split-Solin (Hidroprojekt-Consult d.o.o., Zagreb))	41
Slika 21. Postojeći sustav odvodnje aglomeracije Split-Solin (izvor: Studija izvedivosti)	43
Slika 22. Područje Grada Solina – dogradnja sustava odvodnje (crveno).....	44
Slika 23. Područje Općine Klis – dogradnja sustava odvodnje (crveno)	44
Slika 24. Područje Općine Dugopolje – dogradnja sustava odvodnje (crveno) Izvor: Konceptijsko rješenje sustava odvodnje otpadnih voda aglomeracije Split-Solin (Hidroprojekt-Consult d.o.o., Zagreb).....	45
Slika 25a. Karta opasnosti od poplava (izvor: Hrvatske vode)	56
Slika 26. Hijerarhija hidrološkog sustava	63
Slika 27. Obrazac i hijerarhija drenažnih voda u topografskom slivu rijeke	65
Slika 28. Koncept sustava veze između hidrologije i kakvoće vode izvora Jadro	66
Slika 29. Postaje za uzrokovanje sedimenta (Buljac i drugi, 2016)	70
Slika 30. Krivulja trajanja maksimalnog dozvoljenog dnevnog opterećenja dušikom za 2015. godinu	72
Slika 31. . Krivulja trajanja maksimalnog dozvoljenog dnevnog opterećenja fosforom za 2015. godinu	73
Slika 32. Položaj mjerne postaje na prijelaznim vodama.....	74
Slika 33. Odnos oborine, protoka i mutnoća za period 1999. – 2002.....	78

Slika 34. Karakteristične srednje mjesečne protoke rijeke Jadro, Majdan, 1961. – 2010. (Ljubenkov, 2015)	79
Slika 35. Hidrogram otjecanja, oborine i razina vode vodonosnika u periodu 1.9.2011. – 31.8.2012. 80	
Slika 36. Mjesečne količine vode	82
Slika 37. Hijerarhija drenaže voda u slivu	83
Slika 38. Hidrografska mreža.....	84
Slika 39. Topografska karta	85
Slika 40. Prijelazne vode (Ljubenkov, 2015).....	85
Slika 41. Utvrđena površina vode i kontaktne površine od 11 sti 26.07.2012 (Q _A količina vode koja otječe rijekom) (Ljubenkov, 2015)	86
Slika 42. Rezultati mjerenja (26.07.2012): a) ušće (0+000), b) željeznički most (0+750), c) stari most (0+910). (Ljubenkov, 2015)	86
Slika 43. Nelinearna krivulje regresije mutnoće i protoke (period 1997. – 2003.)	89
Slika 44. Trend pokazatelja režima kisika u izvorskoj vodi Jadra (1975. – 2010. godina)	90
Slika 45. Trend hranjivih soli dušika u izvorskoj vodi Jadra (1975. – 2010. godina)	91
Slika 46. Trend sadržaja ukupnog dušika i fosfora u izvorskoj vodi Jadra (1975. – 2010. godina)	92
Slika 47. Trend sadržaja ukupnih koliformnih bakterija i fekalnih koliforma – izvor Jadra (1975. – 2010. godina)	93
Slika 48. Srednji dnevni protok za 2014. godinu (Jukić, Antonija, 2018)	96
Slika 49. Srednji dnevni protok za 2015. godinu (Jukić, Antonija, 2018)	96
Slika 50. Granica topografskog sliva rijeke Jadro i administrativne granice gradova/općina (autor Frane Gilić)	101
Slika 51. Bogato povijesno naslijeđe solinsko-kliškog kraja	103
Slika 52. Prikaz toka rijeke Jadro, stanje iz 1830. godine (autorica Ana Grgić)	104
Slika 53. Prikaz toka rijeke Jadro, stanje iz 2021. godine (autorica Ana Grgić)	104
Slika 54. Promjena stambenog fonda u Hrvatskoj, Splitsko-dalmatinskoj županiji i gradovima i općinama UAS od Popisa stanovništva 2001. do Popisa stanovništva 2011., porast u % (izvor: DZS, Popis stanovništva 2001. i 2011., obrada autora. (SUAS, radna verzija)).....	105
Slika 55. Prikaz zona izgrađenih naselja i granica općina	106
Slika 56. Solin 1850. godine (Arsen Duplančić, Salona in a painting by Carl Haase, Tusculum : časopis za solinske teme, Vol. 9 No. 1, 2016.)	107
Slika 57. Solin 2021. godine (https://www.openstreetmap.org/#map=15/43.5342/16.4918)	107
Slika 58. Generalni urbanistički plan (GUP) Grada Solina	108
Slika 59. Prostorni plan uređenja (PPU) Općine Klis	110
Slika 60. Legenda PPU-a Klisa.....	110
Slika 61. Građevinska područja naselja (preklopljeni podaci iz PPU-a Grada Solina i PPU-a Općine Klis)	113
Slika 62. Udjeli prirodnih i umjetnih površina kako su planirane za područje topografskog sliva rijeke Jadro.....	113
Slika 63. Stanje naglo urbaniziranog područja jugo-istočnog dijela Solina (https://www.zvonimirsolin.hr/solinska/teme-28-sjednice-gradskoga-vijeca-grad-solina-komunalna-infrastruktura-i-sredstva-za-politicke-stranke/).....	115
Slika 64. Glavni tok rijeke Jadro s prikazom centara urbanizacije	115

Slika 65. Karte opasnosti od poplava za ušće rijeke Jadro (izvor: Geoportal Hrvatske vode, 2021.) .	117
Slika 66. Ušće rijeke Jadro s visinskom linijom 1,5 m nadmorske visine (geodetsko snimanje obavio Frane Gilić, 2021)	117
Slika 67. Vodonepropusnost umjetnih površina u topografskom slivu rijeke Jadro (podaci dobiveni iz programa Copernicus EU, usluge praćenja stanja kopna)	118
Slika 68. Vodonepropusnosti u % za građevinska područja naselja na području Klisa i Solina	121
Slika 69. Obale i korita rijeke Jadro i rukavaca u donjem toku rijeke	123
Slika 70. Visoko urbanizirano područje s antropogeniziranom rijekom: srce grada Solina u donjem toku rijeke Jadro.....	123
Slika 71. Godišnji hod srednjih mjesečnih temperatura (meteorološka postaja Split-Marjan).....	128
Slika 72. Godišnji hod srednjih mjesečnih količina oborina (meteorološka postaja Split-Marjan)	129
Slika 73. Godišnji hod srednjih mjesečnih količina oborina (kišomjer Dugopolje)	130
Slika 74. Godišnja ruža vjetrova za period 1948. – 1996. (meteorološka postaja Split-Marjan).....	133
Slika 75. Promjena prizemne temperature zraka (u °C) u Hrvatskoj u razdoblju 2011. – 2040. u odnosu na razdoblje 1961. – 1990., prema rezultatima srednjaka ansambla regionalnog klimatskog modela RegCM za A2 scenarij emisije plinova staklenika za zimu (lijevo) i ljeto (desno) (izvor: Državni hidrometeorološki zavod, http://meteo.hr)	134
Slika 76. Broj dana s maksimalnom temperaturom većom od 30 °C (tzv. vrući dani) u ljetnom razdoblju (lipanj – kolovoz) u razdoblju 1961. – 1990. (lijevo), te razlika između razdoblja 2041. – 2070. i 1961. – 1990. (desno), prema rezultatima srednjaka ansambla regionalnog klimatskog modela RegCM za A2 scenarij emisije plinova staklenika (izvor: Državni hidrometeorološki zavod, http://meteo.hr)	135
Slika 77. Promjena oborine u Hrvatskoj (u mm/dan) u razdoblju 2041. – 2070. u odnosu na razdoblje 1961.-1990., prema rezultatima srednjaka ansambla regionalnog klimatskog modela RegCM za A2 scenarij emisije plinova staklenika za zimu (lijevo) i ljeto (desno) (izvor: Državni hidrometeorološki zavod, http://meteo.hr).....	136
Slika 78. Broj dana s oborinom većom od 10 mm u zimskom razdoblju (prosinac-veljača) u razdoblju 1961.-1990. (lijevo), te razlika između razdoblja 2041.-2070. i 1961.-1990. (desno), prema rezultatima srednjaka ansambla regionalnog klimatskog modela RegCM za A2 scenarij emisije plinova staklenika (izvor: Državni hidrometeorološki zavod, http://meteo.hr)	136
Slika 79. Godišnji hod srednje razine mora, tlaka zraka, na meteorološkoj i mareografskoj postaji Split, s pripadajućom standardnom devijacijom (izvor: Vilibić (2006a))	137
Slika 80. Godišnji hod trajanja poplave (u satima) mjereno na mareografskoj postaji Split u razdoblju 1957. – 2002. Poplava je definirana kao rezidualna (bez plimnog signala) visina razine mora viša od 40 cm (izvor: Vilibić (2006b))	137
Slika 81. Trendovi srednjih sušnih razdoblja za prag oborine 1 mm (lijevi stupac) i 10 mm (desni stupac) u razdoblju 1961. – 2000., za sezone (gornja četiri retka) i godinu (donji redak). Kružići označavaju pozitivan, trokuti negativan trend, a podebljani simboli označavaju statistički signifikantan trend. Veličina simbola je proporcionalna apsolutnom iznosu trenda u odnosu na srednjak: 1-5 %/10 god, 5-10 %/10 god te veći od 10 %. Kvadratići označavaju trend između +/- 1 %/10 god. (izvor: Državni hidrometeorološki zavod, http://meteo.hr).....	140
Slika 82. Statistika valova rijeke Jadro i Kaštelanskog zaljeva (offshore). Gore: Hs klimatologija (gore lijevo) i projicirane relativne varijacije (gore desno, prazne oznake koje predstavljaju statistički	

nevažne informacije). Dolje: H-ovi iz različitih kvadranta i za različita razdoblja povrata (dolje lijevo, točke koje predstavljaju modelirane vrijednosti i debele linije koje predstavljaju prikladnu Gumbelovu distribuciju) i projicirane varijacije u scenariju klimatskih promjena (dolje desno, isprekidane linije koje predstavljaju statistički neznatne trendove).	141
Slika 83. Mjesečne klimatske promjene (u postocima) za protoke rijeka Jadranskog mora za scenarije RCP 4.5 i RCP 8.5	142
Slika 84. Rijeka Jadro i Kaštelanski zaljev (offshore) – statistike za more. Varijacije potencijalne temperature (redovi 1-2), saliniteta (redovi 3-4) i razine mora (dno, izračunata neto godišnjeg pokretnog prosjeka) u scenarijima MTS (2020-2049) i LTS (2070-2099) s obzirom na CTR (1987-2016) uvjeti. Statistički neznatne količine osjenčane su sivom bojom (temperatura i salinitet), nisu prikazane (klimatološke varijacije razine mora) ili prikazane isprekidanim linijama (dolje desno).	143
Slika 85. Fotografija s prve radionice	157
Slika 86. Fotografija s druge radionice	157
Slika 87. Ostvarenje vizije.....	162
88. Vizija, ciljevi i prioriteti.....	169
Slika 89. Prioriteti u provođenju mjera prate hijerarhiju utjecaja u slivu.....	171
Slika 90. Integralni koncept upravljanja poplavama.....	180
Slika 91. Integralno upravljanje rizicima od suša	181
Slika 92. Hijerarhija prioriteta u smanjenju erozije i jačanja otpornosti.....	182
Slika 93. Najznačajniji utjecaji na području rijeke Jadro	183
Slika 94. Opskrbne i regulacijske usluge	184
Slika 95. Zeleni grad – pet ključnih područja djelovanja.....	186
Slika 96. Međuodnos prirodnog kapitala i drugih urbanih kapitala i ljudskog blagostanja.....	189
Slika 97. Hijerarhija strateških upravljačkih koncepata projekta prilagodbe na klimatske promjene na području rijeke Jadro	190
Slika 98. Grad kao „tvrda i siva“ struktura (a) i grad kao „meka i zelena“ struktura (b).....	192
Slika 99. Usporedba emisija iz pojedinih opcija i aktivnosti	197
Slika 100. Elementi urbanog dizajna osjetljivog na vodu.....	201
Slika 101. Elementi za skupljanje oborinske vode s prometnih i javnih površina: infiltracijski jarak (lijevo), infiltracijska jama (desno) (https://www.melbournewater.com.au/sites/default/files/South-Eastern-councils-WSUD-guidelines.pdf)	201
Slika 102. Element za skupljanje oborinske vode s prometnih i javnih površina: infiltracijska jama (https://www.melbournewater.com.au/sites/default/files/South-Eastern-councils-WSUD-guidelines.pdf)	202
Slika 103. Primjeri rješenja za velike poslovne ili javne objekte (trgovačke centre, tržnice, domove zdravlja, škole): zeleni krovovi – višak vode u podzemnu retenciju; parkiralište s bioretencijama/infiltracijama preko kojih se višak vode (pročišćen) slijeva u podzemnu retenciju/spremnik; spremnik za vodu ispod parkirališta; korištenje vode iz spremnika za praonicu automobile (https://www.melbournewater.com.au/sites/default/files/South-Eastern-councils-WSUD-guidelines.pdf)	203

Slika 104. Primjeri rješenja za obiteljske kuće: spremnici kišnice, zeleni krovovi, porozno popločavanje, uređenje okoliša – kišni vrtovi, korištenje kućanskih aparata koji štede vodu (https://www.melbournewater.com.au/sites/default/files/South-Eastern-councils-WSUD-guidelines.pdf)	204
Slika 105. Primjeri rješenja za obiteljske okućnice (https://adriadapt.eu/wp-content/uploads/2021/05/Adriadapt-Sto-mogu-gradani.pdf).....	205
Slika 106. Pogled na rijeku Jadro.....	239

Popis tablica

Tablica 1. Osnovni podaci za rijeku Jadro	20
Tablica 2. Područja ekološke mreže.....	28
Tablica 3. Stanje obalnih voda (O313-KAS: Polihalino obalno more sitnozrnatog sedimenta)	31
Tablica 4. Stanje prijelaznih voda (tip P1_2: oligohalini estuarij krupnozrnatog sedimenta i tip P2_2: mezohalini estuarij krupnozrnatog sedimenta).....	31
Tablica 5. Stanje podzemnih voda (JKGIKCPV_10 - Cetina).....	32
Tablica 6. Stanje kakvoće vode na izvoru	32
Tablica 7. Ekološko i kemijsko stanje rijeke Jadro	33
Tablica 8. Odnos površina (Strateške procjene utjecaja plana razvoja Solina).....	52
Tablica 9. Protoke na izvoru prije i poslije izgradnje akumulacija i hidroelektrana na rijeci Cetini.....	76
Tablica 10. Prosječna godišnja i prosječne mjesečne temperature zraka (°C) za postaju Sinj, 1995. – 2001.	76
Tablica 11. Godišnje i mjesečne oborine (mm) u širem području hidrološkog sliva	78
Tablica 12. Procjena količina vode topografskog sliva korištenjem srednjih mjesečnih oborina za razdoblje 1995. – 2013.....	81
Tablica 13. Parametri kakvoće vode na izvoru Jadro (1979. – 2000.; 2017. – 2018.).....	89
Tablica 14. Kakvoća vode na mjernoj postaji prijelaznih voda 2014. – 2015.	95
Tablica 15. Koncentracije i veličine dnevne protoke u vrijeme uzorkovanja.....	95
Tablica 16. Kakvoća vode izvora Jadro i prijelaznih voda rijeke Jadro za period 2014. – 2016.	97
Tablica 17. Površine i udjeli topografskog sliva unutar administrativnih jedinica.....	101
Tablica 18. Površine i udjeli planirane namjene unutar topografskog sliva – po administrativnim jedinicama.....	111
Tablica 19. Površine i udjeli planirane namjene unutar topografskog sliva	112
Tablica 20. Preklop građevinskih područja i sloja IMD za područje Klisa (dio unutar topografskog sliva)	119
Tablica 21. Preklop građevinskih područja i sloja IMD za područje Solina (dio unutar topografskog sliva)	120
Tablica 22. Preklop planiranih namjena i sloja IMD za područje Klisa (unutar topografskog sliva) ...	121
Tablica 23. Preklop planiranih namjena i sloja IMD za područje Solina (unutar topografskog sliva). ...	122
Tablica 24. Srednje mjesečne i godišnje temperature zraka u °C (meteorološka postaja Split-Marjan)	127
Tablica 25. Srednje mjesečne i godišnje temperature zraka u °C (meteorološka postaja Sinj, 1995. – 2001.)	128
Tablica 26. Srednje mjesečne i godišnje količine oborina u mm (meteorološka postaja Split-Marjan)	128
Tablica 27. Srednje mjesečne i godišnje količine oborina u mm (kišomjer Dugopolje, 1995. – 2001.)	129
Tablica 28. Osnovna statistika niza godišnjih maksimuma kratkotrajnih oborina i procjene očekivanih maksimuma izračunate pomoću GEV razdiobe, te dekadni trend za pojedino trajanje. (meteorološka postaja Split-Marjan, razdoblje 1955.-2010.).....	131

Tablica 29. Procijenjene očekivane godišnje maksimalne količine oborine (mm) za određeno povratno razdoblje (godina)	131
Tablica 30. Prognoze promjene srednje razine mora	138
Tablica 31. Relevantne strategije i zadaci integralnog upravljanja vodama sliva rijeke Jadro	175
Tablica 32. Pregled rješenja i zadataka po korisnicima.....	200
Tablica 33. Elementi urbanog dizajna i način njihovog odabira.....	206
Tablica 34. Klasifikacija UOOV dizajna	207
Tablica 35. Relevantna rješenja i zadaci strategije urbanog dizajna osjetljivog na vodu	207

1. Uvod

Ovaj dokument izrađen je u okviru projekta INTERREG Italija – Hrvatska CHANGE WE CARE. CHANGE WE CARE (CWC) potiče akcije za prilagodbu budućoj klimi, a da su usklađene i koordinirane na prekograničnoj razini. Akcije su testirane na specifičnim i reprezentativnim pilot lokacijama. Temelje se na prethodnim rezultatima istraživanja klimatskih rizika s kojima se suočavaju obalna i tranzicijska područja, a s ciljem boljeg razumijevanja utjecaja klimatskih varijabilnosti i promjena na vodni režim, prodor soli, turizam, biološku raznolikost i agroekosustave koji su od važnosti u području suradnje. Glavni cilj Projekta je donositeljima odluka i obalnim zajednicama ponuditi integrirane, ekosustavno utemeljene i zajedničke prijedloge u planiranju prostora, a za različite probleme povezane s klimatskim promjenama (KP), zajedno s mjerama prilagodbe za ranjiva područja. Dodatne informacije i novosti o CHANGE WE CARE projektu možete pronaći na <https://www.italy-croatia.eu/web/changewecare>.

2. Ciljevi i sadržaj dokumenta

Ovaj dokument je konačni Plan prilagodbe za pilot područja rijeke Jadro i odgovara proizvodu za isporuku 5.3.2 navedenom u Prijavnom obrascu. Predstavlja sintezu Planova prilagodbe/upravljanja za pilot lokacije, gdje se prenosi zajednička baza znanja o sadašnjoj i očekivanoj dinamici obalnih sustava u području suradnje i pilot lokacijama, izgrađenim u RP3 i RP4.

Predviđeno je da se izrada takvih planova provodi putem participativnih procesa (vidi proizvod za isporuku 5.3.1) kojima se osigurava da se prikupe sve informacije, donese zajednička odluka i postigne konsenzus dionika sve kako bi plan bio učinkovito provediv na način suradnje svih uključenih subjekata i donositelja odluka.

Počevši od “preliminarnog dokumenta” koji se odnosi na okvir znanja, prijetnji i prilika, a koji je prethodno pripremljen za početak participativnog procesa, plan prilagodbe se razvio uzimajući u obzir rezultate radnih paketa (RP) 3 i 4 i sam participativni proces, uključujući zajedničku viziju, ciljeve, mjere/radnje/intervencije, moguće resurse/financiranje te uloge i obveze za njegovu provedbu nakon završetka CWC projekta.

3. CHANGE WE CARE projekt i ciljevi RP5

CHANGE WE CARE projekt potiče usklađene i koordinirane akcije za prilagodbu na buduću klimu kako na pilot lokacijama tako i na prekograničnoj razini. Projekt istražuje klimatske rizike s kojima se suočavaju obalna i tranzicijska područja, pridonoseći boljem razumijevanju utjecaja klimatske varijabilnosti i promjena na vodni režim, prodor soli, turizam, biološku raznolikost i agroekosustave koji su od važnosti u području suradnje.

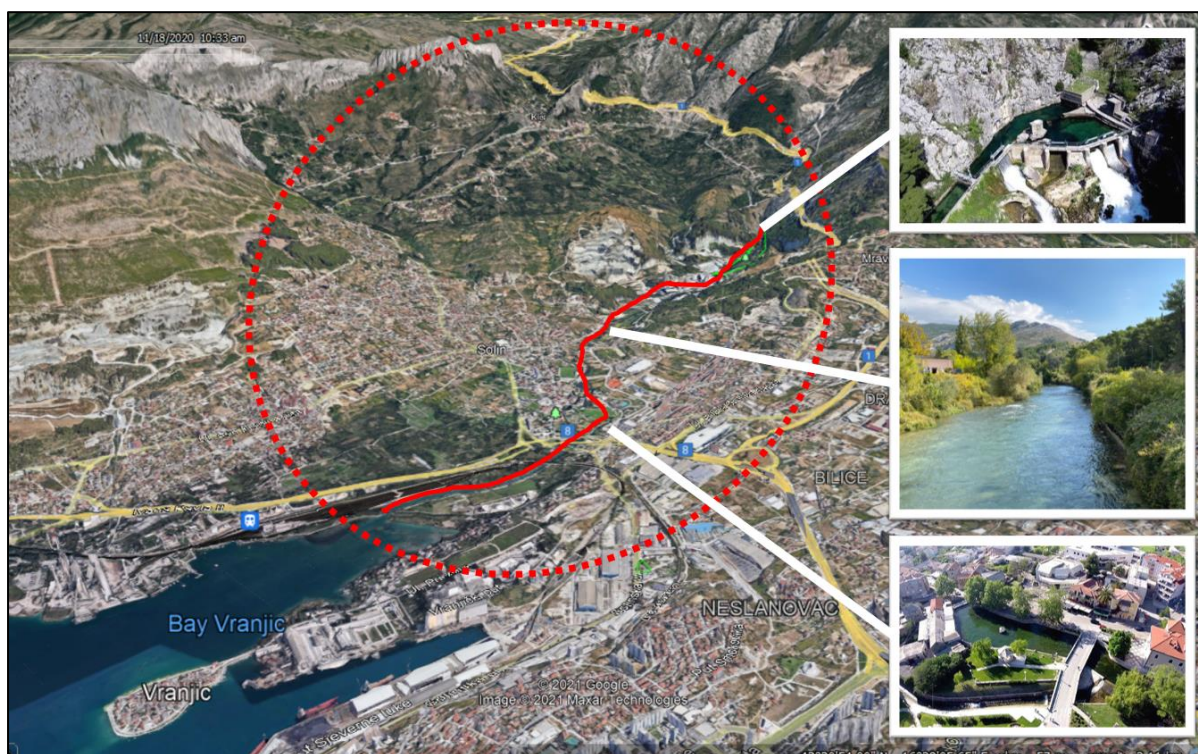
Glavni cilj RP5 je priprema planova prilagodbe na klimatske promjene na pilot područjima, koji sadrže procjenu sadašnjeg stanja, scenarije budućeg stanja, opis mjera i prioriteta intervencija sve u skladu s lokalnim okolišnim i socio-ekonomskim potrebama. Dodatno, predlaže strategiju praćenja o ključnim parametrima i o učinkovitosti Plana.

Predstavljani prijedlozi u planiranju prostora rezultat su procesa koji su uključivali lokalne vlasti i dionike. Plan prilagodbe uključuje mjere i aktivnosti te plan praćenja (uzimajući u obzir i naznake RP4), sve s ciljem praćenja i osiguranja trajnosti ishoda projekta i provedbe plana.

4. Opis pilot područja, okvir znanja i scenarija

5. Uvod (J. Margeta)

Pilot područje obuhvaća sliv rijeke Jadro i pripadno obalno more Kaštelanskog zaljeva, recipijenta voda rijeke Jadro. Za potrebe izrade plana, pilot područje je podijeljeno na područje topografskog sliva rijeke, hidrološkog sliva izvora, te uže obalno područje uz glavni tok rijeke koja prolazi središtem urbanog prostora Solina (slika 1). Fotografije na slici 1 ilustriraju sadašnji izgled toka rijeke i to na izvoru, u srednjem zaštićenom dijelu toka, gdje je dijelom sačuvana prirodna obala, te u donjem urbaniziranom dijelu toka.



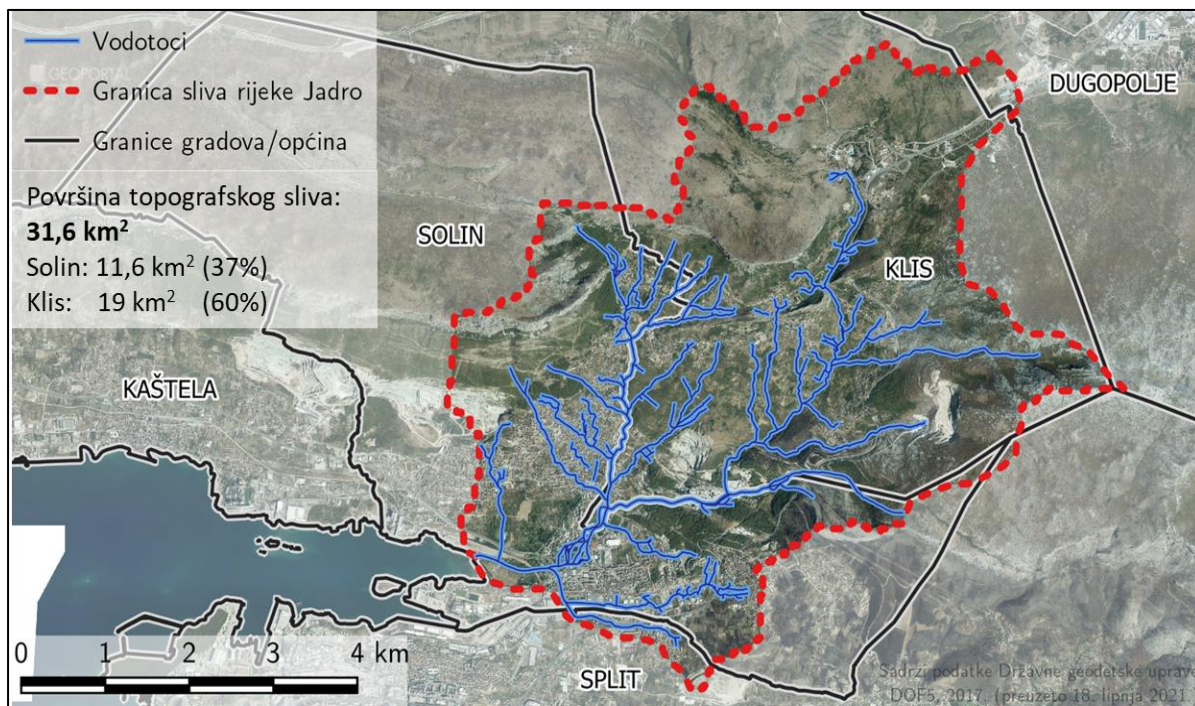
Slika 1. Prolaz rijeke Jadro (crvena linija) kroz urbano područje, iscrtkana crvena linija pokazuje približnu granicu topografskog sliva (podloga: Google Earth)

Uže područje rijeke u kojem se događa najveća interakcija voda s urbanim okolišem obuhvaća rijeku od izvora do ušća (prijelaznih voda), te pripadne obale i područje u neposrednoj blizini rijeke u duljini od oko 4,4 km. To je prostor u kojem vode rijeke najviše utječu na okoliš, održivost okoliša i biološku raznolikost voda. To je ujedno i prostor u kojoj se odvija neposredni utjecaj ljudi na vode rijeke,

ispuštanjem i dotjecanjem priobalnih i slivničkih voda u rijeku. Rijeka i pripadajuće obalno more Kaštelanskog zaljeva je glavni prijemnik i transporter ukupnog onečišćenja, sedimenta i drugih antropogenih pritisaka uključujući i one proizašle iz klimatskih promjena koje generira topografski sliv, te hidrološki sliv izvora Jadro. Klimatske promjene su globalni generator promjena koje značajno utječu na ranjivost voda i ukupnog okoliša u području rijeke.

Topografski sliv rijeke Jadro s glavnim pritokama/bujicama obuhvaća područje površinskog i podzemnog otjecanja ukupne površine od oko 28 km². Područje topografskog sliva je generator neposrednog pritiska na rijeku Jadro od izvora do obalnog mora. Stalni pritisak stvara sustav odvodnje otpadnih voda, a povremeni, oborinske i površinske vode za vrijeme oborina. Oborinske vode s izgrađenih i prirodnih površina te otpadne vode nastale curenjem iz sustava odvodnje otpadnih voda ispiru onečišćenje i sedimente i dalje ih transportiraju u pritoke i glavni tok rijeke, te dalje u Kaštelanski zaljev. Hidrološki sliv rijeke Jadro obuhvaća područje podzemnog i površinskog otjecanja koje uključuje i dijelom vode sliva rijeke Cetine i rijeke Žrnovnice od ukupno oko 450 km² i koji određuje režim voda (količine i kakvoća voda) na izvoru rijeke Jadro, a koji se koristi za vodoopskrbu stanovništva kao trenutno jedini raspoloživi izvor ograničenog kapaciteta.

Granice topografskog područja izvedene su za potrebe izrade ovog plana iz digitalnog modela terena (DMT) (AW3D30, autor Frane Gilić). Tako dobiveno područje topografskog područje ima površinu od 31,6 km², nešto veći iznos nego što ga navode podaci Hrvatskih voda po kojima sliv rijeke Jadro ima površinu od 28 km². Na slici 2 prikazana je granica topografskog sliva izvedena iz DMT-a te granice administrativnih područja. Čak 60 % topografskog sliva leži na području Općine Klis (19 km²), dok je 37 % na području Grada Solina (11,6 km²). Svega 3 % (1 km²) nalazi se na području Općine Dugopolje i Grada Splita zajedno. Iz ovoga jasno proizlazi da sve administrativne sastavnice područja sliva, topografskog i hidrološkog, moraju ravnopravno i zajednički rješavati problem održivosti okoliša (društveno-ekonomskog i prirodnog) rijeke Jadro i pripadajućeg obalnog mora. Hidrološki sliv svoj utjecaj na rijeku manifestira samo preko izvora dok topografski neposredno duž cijelog toka rijeke. To je važna podjela koja određuje utjecaje, posljedice na okoliš, ali i moguće odgovore jačanja otpornosti i zaštite, danas i u klimatski neizvjesnoj budućnosti.

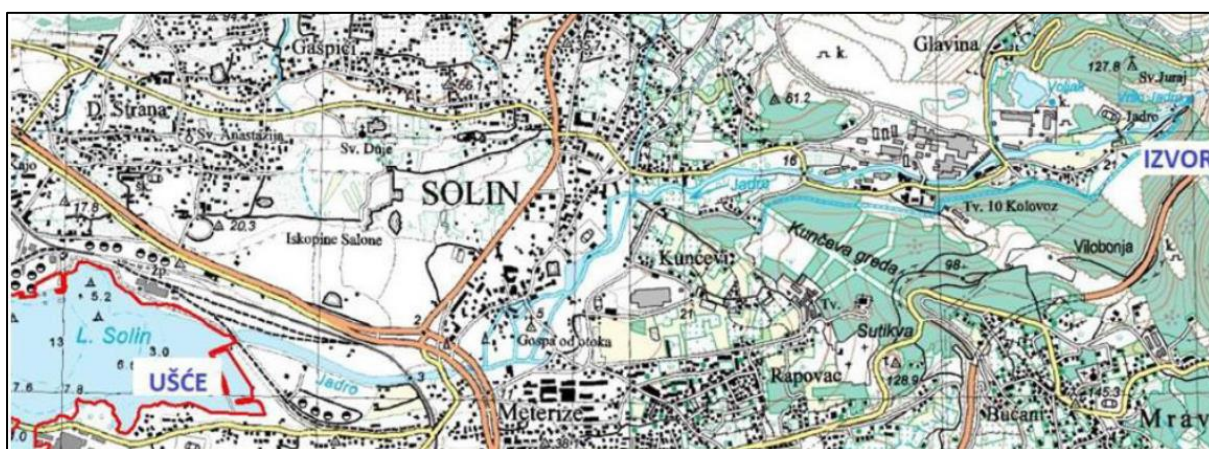


Slika 2. Topografski sliv rijeke Jadro i granice administrativnih jedinica (autor Frane Gilić)

Područje topografskog, ali i hidrološkog sliva je urbanizirano i dalje se urbanizira i mijenja značajke okoliša, a sve bez dovoljno razvijene komunalne infrastrukture, odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda, sustava odvodnje i pročišćavanja oborinskih voda, sustava gospodarenja otpadom i drugim izvorima onečišćenja. Urbanizacija mijenja okoliš, morfološke značajke sliva i vodotoka i posljedično mijenja prirodni režim voda i biološku raznolikost područja te uvjete življenja i rada čovjeka, odnosno održivost življenja na ovim prostorima. Klimatske promjene su prijetnja koja će dodatno utjecati na procese i stanje na ovom prostoru i vodama i njegovu održivost. Stoga su u poglavljima koja slijede detaljno opisane osnovne značajke rijeke, sliva i hidroloških procesa i režima voda, te urbanizacije prostora. Opisane su dosadašnje promjene u prostoru kao i one očekivane zbog posljedica budućih klimatskih promjena na prirodne procese i stanje okoliša.

6. Osnovne značajke područja rijeke Jadro (J. Margeta)

Rijeka Jadro započinje svoj tok s krškim izvorom Jadro u krškoj udolini između masiva Kozjak i Mosor, na visini od oko 33 m iznad razine mora. Duljina rijeke je 4,41 km. Prosječni pad korita je 7,48 %. Prema moru otječe prvo kroz manju udolinu između lokalnih vapnenačkih grebena koji usmjeravaju tok rijeke prema zapadu i potom skreće prema jugu u šire aluvijalno područje nastalo površinskim procesima okolnih terena na području plitke Solinske udoline koja je nekada bila zaljev. Gornji tok rijeke se lokalno mijenjao regulacijom korita, dok je donji tok značajno izmijenjen naseljavanjem Solinske udoline, iskorištavanjem energije vode na vodenicama i zaštitom grada od velikih voda.



Slika 3. Rijeka Jadro (Geoportal, DGU, topografska karta)

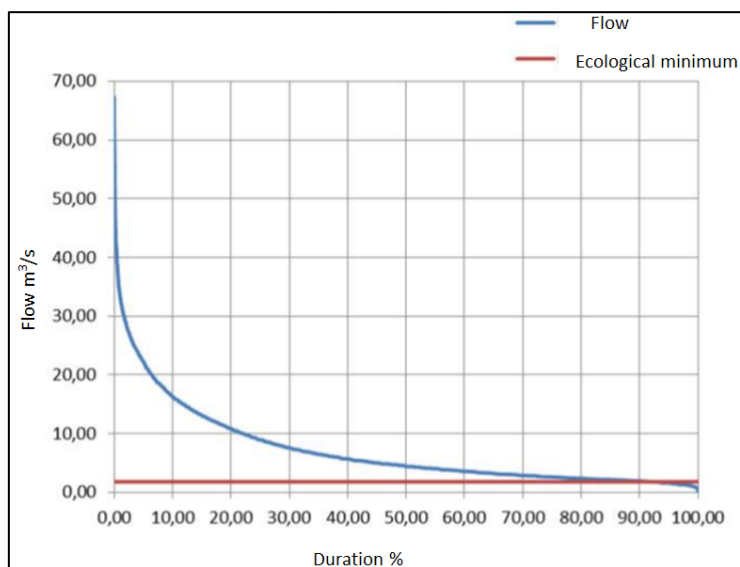
Rijeka Jadro ima topografski sliv koji obuhvaća područje od izvora do mora, te veliki hidrološki sliv koji obuhvaća slivno područje izvora Jadro. Rijeka se dijeli na tri karakteristična dijela: gornji strmi, srednji s umjerenim padom, te donji s blagim padom korita koji obuhvaća područje oko ušća (slika 3). To je relativno kratka krška rijeka s vrlo promjenjivim protokom u direktnoj funkciji oborina kojeg u najvećoj mjeri tijekom cijele godine generiraju vode s izvora Jadro, a manjim dijelom povremeno za vrijeme kiša vode s lokalnog topografskog sliva. Velike vode se javljaju naglo za vrijeme oborina i traju kratko vremena nakon prestanka oborina (slika 4). Osnovne službene značajke rijeke navedene su u tablici 1.

Topografski sliv rijeke je prikazan na slici 5, dok je na slici 6 prikazan širi sliv izvora rijeke Jadro. Mjesto – prostor dodira nepropusnog flišnog tla i karbonatnih uzvisina Mosora i okolnih gora i planina definira granicu među slivovima. Glavne pritoke rijeke u topografskom slivu su desne pritoke Ozrnja (Poklinovac) i Rupotine (slika 5). Na dijelu toka na stacionaži 3+550 rijeka prima desni prtok Ozrnja. To je bujični tok s povremenim velikim tečenjem voda za vrijeme kiša. Ušće bujice uzvodno je od mjernog profila Majdan pa su bujični dotoci uključeni u mjerenja na limnigrafu Majdan. To je slabo urbanizirani prostor koji uglavnom pripada općini Klis, devastiran požarima, rudarenjem i egzogenim-površinskim procesima. Danas je to uglavnom zapušteno poljoprivredno zemljište bez značajnog zelenila vrlo podložno trošenju stijena i eroziji voda. Bujični tokovi uzrokuju spiranje i jaružanje te

odnose materijal u niža područja i dalje rijekom na ušće i u more gdje se odvijaju fluvijalni procesi koji šire kopno u more.

Tablica 1. Osnovni podaci za rijeku Jadro

Karakteristike	JKRN935013	Broj hidrološke postaje No. 7221 – Majdan	Karakteristični protoci
Ime	JADRO		
Vodno područje riječnog sliva	Jadran	Period mjerenja 1984 – 2013	
Pod-sliv	Jadro i Oznja	Minimalni	0.219 m ³ /s
Ekotip	T21B	Maksimalni	78.13 m ³ /s
Topografsko slivno područje	28.2 km ²	Mjesečni – ekološki minimum	2.0 m ³ /s
Ukupna površina sliva	130 km ²	Dnevni – ekološki minimum	1.8 m ³ /s
Duljina	4.41 km	Minimalna prosječna mjesečna protoka – Kolovoz	2.83 m ³ /s
Duljina svih vodotoka	14.20 km	Maksimalna prosječna mjesečna protoka – Prosinac	14.64 m ³ /s
Kota izvora	33 m n.m.	Prosječni godišnji protok	7.41 m ³ /s
Prosječni pad korita	7.48 ‰		
Zaštićena područja	HR53010027 (Mosor), HR2000931 (Jadro), HR378031*, HR81101*, HRCM_41031018*, HROT_71005000* (* - dio vodnog tijela)		



Slika 4. Krivulja trajanja protoke (period 1984 – 2013); crvena linija – ekološki minimum, plava linija – protok

Drugi značajan prtok rijeke Jadro je bujica Rupotina (Ilijin potok) koja se ulijeva na stacionaži 2+000, nešto uzvodno od Gašpinih mlinica i nije uključena u rezultate mjerenja limnigrafa Majdan. Zato je utjecaj ove bujice na veličinu protoke rijeke nepoznat. To je bujični vodotok koji je većim dijelom reguliran, a korito je u značajnom dijelu betonski kanal koji sakuplja površinske i oborinske vode. Obje pritoke tijekom zime za vrijeme kiša imaju značajne količine vode, a ljeti su količine vrlo male ili presuše. Sliv potoka Rupotine drenira najveći dio topografskog sliva na području Solina koji se sve više urbanizira i s kojeg u rijeku donosi značajne količine onečišćenja i sedimenta. Prirodni površinski-egzogeni procesi su se zadržali samo na višim padinama Kozjaka koje još nisu urbanizirane (urušavanje i osipanje stijena i zemljišta), dok su sve niže padine naseljene, tako da se na tim prostorima oni ne odvijaju. Taj prostor je u cijelosti izgubio svoje prirodne značajke i funkcije. Tu su dominantni antropogeni procesi promjena površine terena i prirodnog otjecanja voda, a time i padinski procesi erozije terena.

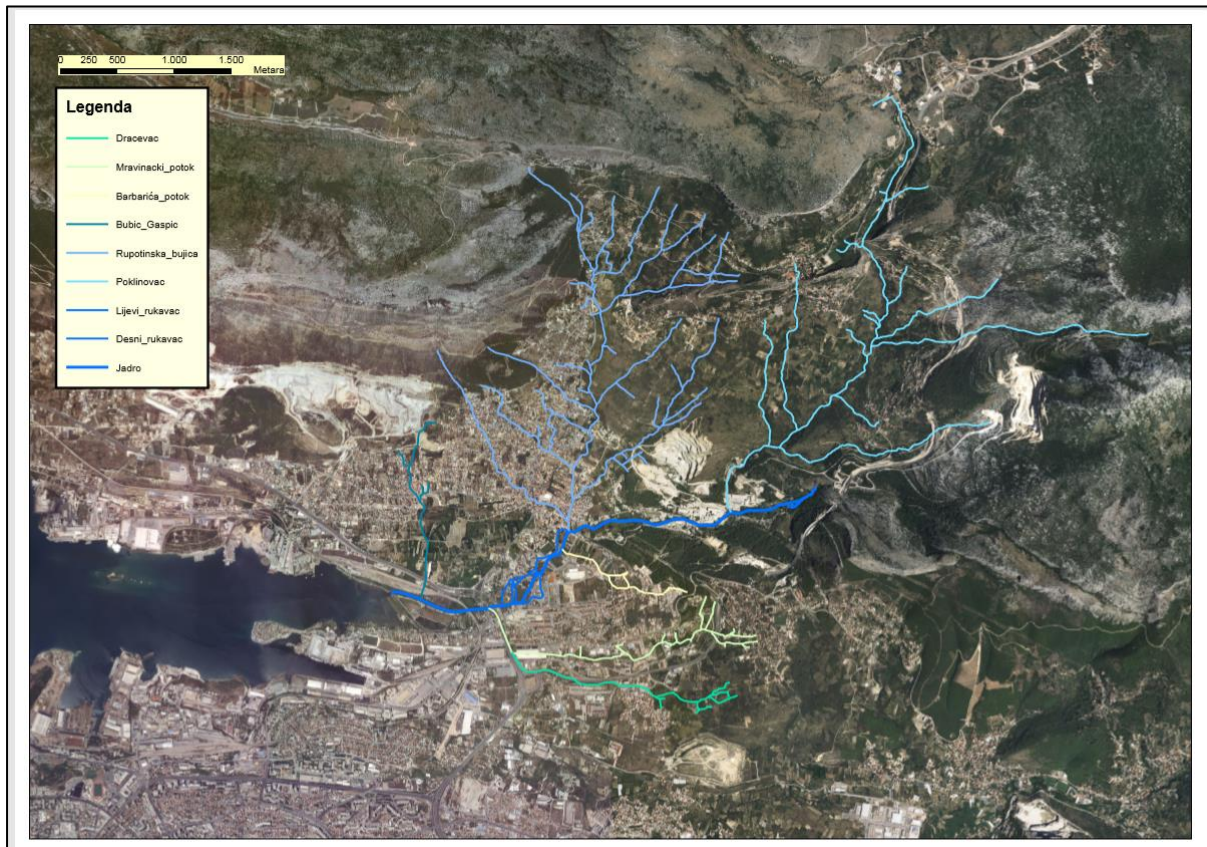
Na rijeci nizvodno od Gašpinih mlinica postoji još nekoliko manjih pritoka koji dreniraju područje grada Solina na lijevoj obali čiji slivovi su u cijelosti postali gradsko urbano područje te su izgubili svoje prirodne funkcije (slika 5).

Reljef slivnog područja izvora Jadro dobro je razveden, a karakteriziraju ga tipični krški fenomeni kao što su: vapnenački grebeni, zaravni, škrape, jame, uske i suhe udoline, uvale, ponikve i manja plodna polja. Područje se zadnjih desetljeća sve više urbanizira i mijenja, posebno šire područje Dugopolja i Dicma na kojima se križaju glavne regionalne prometnice i na kojem se nalaze velika i brojna skladišta i industrija. To je veoma heterogeno područje koje se u hidrološkom smislu sastoji od karbonatne stijenske mase sa sustavom manjih i većih ponora, pukotina, provodnika i akumulacijskih prostora. Površinski dio sliva izvora rijeke Jadro je siromašan vodotocima zbog izraženog krškog reljefa i velike propusnosti terena. Najbliži stalni vodotok je rijeka Cetina koja ima direktan utjecaj na hidrološke značajke – vodonosnik izvora zbog prelijevanja voda iz rezervoara HE Đale (slika 6).

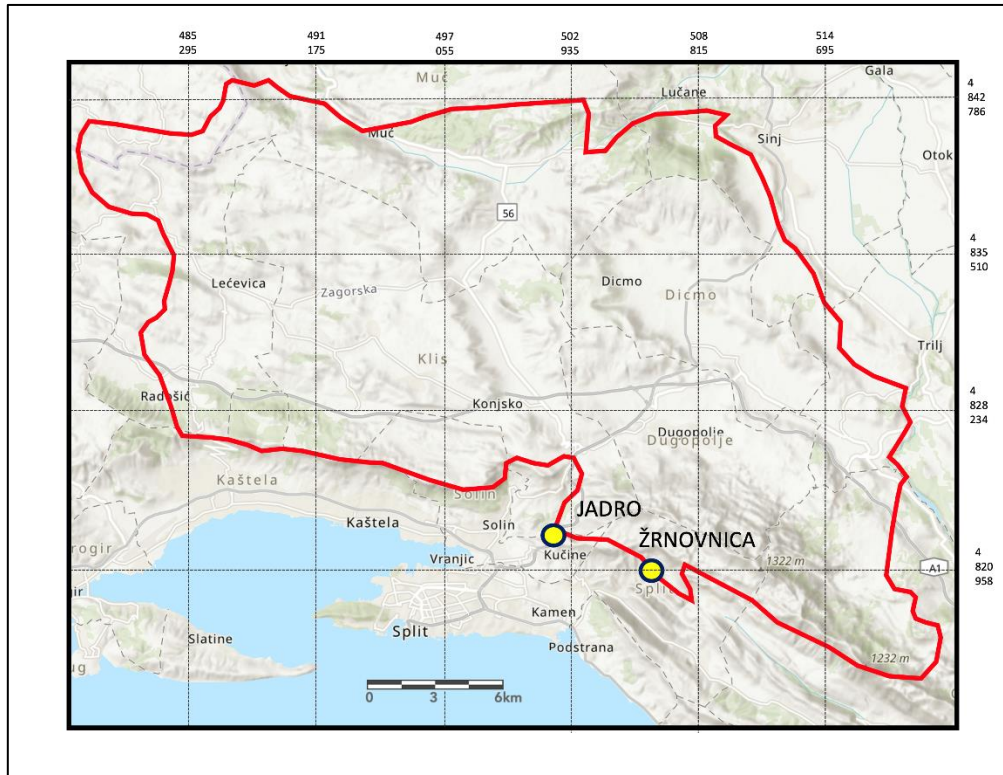
Izgradnjom hidroelektrana na rijeci Cetini došlo je do prelijevanja dijela površinskih voda rijeke Cetine na području HE Đale u vodonosnik izvora Jadro tako da je stvarni sliv izvora veći. Mjerenja su potvrdila veze voda sliva rijeke Cetine i izvora Jadro i utjecaj na režim voda. Na ovaj način značajke kakvoće vode Cetine te cijelo slivno područje utječu na kakvoću vode na izvoru rijeke Jadro i dalje nizvodno do mora, posebno u sušnom periodu godine. Zbog nemogućnosti pouzdanog razgraničenja, sliv izvora Jadro i sliv izvora Žrnovnica zajednički se sagledavaju, a ukupna veličina slivova procjenjuje se na oko 450 km² (Bonacci, 1987; Kapelj et al., 2001). Zbog toga je analiza stanja, promjena i utjecaja, te upravljanje vodama otežano i neizvjesno. S klimatskim promjenama upravljanje će biti složenije i neizvjesnije.

Režim oborina u priobalnom području topografskog sliva razlikuje se od režima u unutrašnjosti, što utječe na značajke protoke rijeke Jadro. Utjecaj voda iz topografskog sliva je značajan samo povremeno u periodima kiša, dok je utjecaj voda s izvora Jadro stalan i promjenjiv. To je važna značajka

sustava koja definira osjetljivost kao i ranjivost voda rijeke Jadro, u izrazito kišnom zimskom i sušnom ljetnom razdoblju. Sliv podzemnih voda definira kakvoću voda na izvoru, a topografski sliv utjecaj na kakvoću vode od izvora do mora. Podzemne vode na izvoru su još uvijek prirodnih karakteristika dok su vode u topografskom slivu sve više klasične urbane površinske vode. Time je jasno definiran izvor prijjetnji na održivost režima kakvoće i količina voda rijeke Jadro, te prirodni okoliš i čovjeka.



Slika 5. Topografski sliv i pritoci rijeke Jadro



Slika 6. Sliv podzemnih voda izvora rijeke Jadro

Morfološke karakteristike korita rijeke, a posebno pad dna, određuju brzinu toka vode, odnosno energiju toka vode, te time erozijske procese i procese transporta sedimenta i tvari prema ušću i dalje u obalno more, kao i druge morfološke i ekološke značajke rijeke i obalnog mora. Sadašnje stanje korita zbog provedenih mjera regulacije nije prirodno već *modificirano*. Zato sadašnji vodotok ne podržava nekadašnju biocenozu, tako da je *biološka raznolikost reducirana*. Rijeka se u odnosu na generiranje pritiska na okoliš može podijeliti u 5 karakterističnih dionica koje oslikavaju sadašnje stanje, osjetljivost kapacitet prilagodbe i time ranjivost biocenoze vodotoka, ali i izgrađenog okoliša (slika 7).



Slika 7. Karakteristične dionice – cjeline rijeke Jadro

- 1 – gornji tok; 2 – gornji dio srednjeg toka; 3 – donji dio srednjeg toka;
 4 – prijelazne vode s ušćem; 5 – obalno more (Geoportal, DGU, topografska karta)

Gornji tok rijeke (slike 8 i 9), od izvora do uzvodno od mosta kod pogona Voljak, dobrim je dijelom sačuvan u svom prirodnom obliku, dok je ostali tok reguliran i uređen (izmijenjen). Dio rijeke do pogona Voljak je proglašen posebnim ihtiološkim rezervatom radi zaštite endemske pastrve solinke (1984.) te je od prioritete važnosti. Na dobro stanje u najvećoj mjeru utječu morfološke promjene lokalnog sliva, aktivnosti na i uz obalu, te vode izvora Jadro.

Početni dio korita nalazi se u manjem vapnenačkom kanjonu i vrlo je strm (na duljini od oko $L = 0,78$ km). U nastavku, korito je blaže i regulirano. Srednji pad dna korita u gornjem dijelu je 3,4 %, dok je prvih 100 m vrlo strm s padom od oko 14 % (uvažavajući i branu).



Slika 8. Početni – gornji tok rijeke Jadro

Nizvodno od lokacije Majdan započinje uska udolina između vapnenačkih grebena kroz koju protječe rijeka. To je početak srednjeg toka rijeke koji se proteže do riječnog praga, kraja južnog vapnenačkog grebena (Kunčeva greda) koji je probijen i time formiran greben/brzotok gdje glavni tok rijeke skreće prema jugu, a manjim dijelom prema Gašpinoj mlinici. Skretanje rijeke je započeto u antičkom periodu kako bi se zaštitila Salona. Ovo je regulirani dio korita u duljini od oko $L = 0,829$ km. Prosječni pad korita je oko 9,6 %. Obale su oblikovane i učvršćene kamenim materijalom i gabionima, ali još uvijek

zelene. Prirodni meandri i sprudovi koji su postojali su eliminirani te je formirano samo jedno korito. Zato sadašnje stanje nije prirodno stanje rijeke, a time ni pripadajuća biocenoza. Brzina toka je povećana te su izraženi procesi erozije korita.



Slika 9. Gornji zaštićeni dio i gornji dio srednjeg toka rijeke (zaštićeno područje označeno)

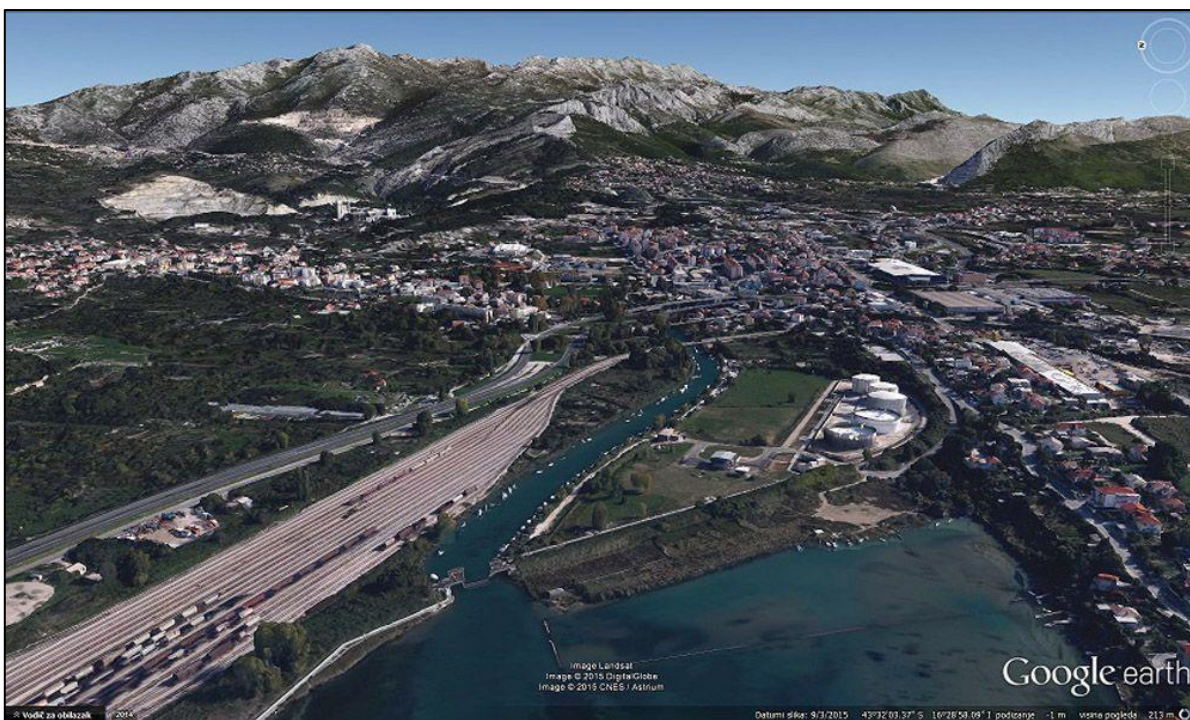
Na lokaciji Gašpine mlinice završava srednji tok i započinje donji tok rijeke. Na tom mjestu je izgrađeno veliko betonsko kaskadno korito kojima se voda postepeno spušta na razinu dna korita od oko 3 m nad morem. Rijeka se na ovoj lokaciji dijeli u dva toka, glavni južni i manji sjeverni koji odvodi vodu na Gašpine mlinice i dalje kroz Solin s više rukavaca. Voda se dijelom propušta u pravcu mlinica te dalje otječe granajući se u više rukavaca središtem grada kao manji uređeni vodotoci da bi se ponovo postepeno spojili s glavnim koritom rijeke. Izgrađene kaskade fizički dijele donji tok od srednjeg i tako sprječavaju direktni utjecaj mora na uzvodni dio rijeke. Sadašnji rukavci koji se javljaju na ravnom terenu pred ušćem su ostaci nekada bogate delte koja je urbanizacijom i regulacijom rijeke eliminirana. Donji tok duljine od oko 1950 m rijeke je uglavnom regulirani betonirani gradski vodotok, osim samog područja ušća u duljini od oko 700 m koje je regulirano, a prosječni pad dna korita je mali, oko 0,24 ‰. To su prijelazne – bočate vode rijeke Jadro. Područje ušća je regulirano ali obraslo sa zelenilom i koristi se kao privezište brodica.



Slika 10. Donji dio srednjeg toka rijeke

Ušća je regulirano i protječe kroz bivšu industrijsku zonu i područje željezničke stanice. Zbog navedenih značajki na donjem toku rijeke nema prirodne delte, fluvijalnih i marinskih procesa, već samo jedno korito pa time niti značajnijih prirodnih procesa i biocenoze niti značajnije izmjene vode sa zaobaljem

i podzemnim vodama. Vode transportiraju tvari i sediment dalje u zaljev gdje se taloži i raznosi djelovanjem mora. To je područje potpune devastacije biološke raznolikosti koju čine bočate vode. Zbog toga su se na ovom prostoru u zadnjih 30 godina prekinuti morfološki i drugi prirodni procesi, te je cijeli nekadašnji prirodni ekosustav delte rijeke najvećim dijelom nestao. Na prostoru iza reguliranog ušća talože se suspendirane tvari, te dolazi do miješanja slatkih i slanih voda i tvari koje vode s kopna donose u more. Krajnji dio rijeke je pod utjecajem mora koje prodire u korito rijeke i okolni teren. Slatka voda zadržava se iznad morske. More se povremeno javlja do visine od oko 1 m n.m., a za vrijeme većeg nevremena, niskog tlaka i nabijanja mora na kopno, i na više od 1 m.



Slika 11. Područje ušća i prijelaznih voda i obalnog mora (Google Earth)



Slika 12. Ušće rijeke Jadro i obalno more

Tradicionalno područje miješanja slatke i slane vode je biološki najbogatije i najproduktivnije (plankton, ribe, školjke, bentos, trave i drugo). Na žalost, zbog regulacije korita, obala i samog ušća,

prostor miješanja – delte rijeke je značajno smanjen i koncentriran (kanaliziran prema zaljevu), tako da je onemogućen značajniji razvoj prirodne morfologije delte rijeke i prateće biocenoze. Uz to, ovo je područje najvećeg negativnog utjecaja onečišćenja, njegovog akumuliranja, koje dotječe na područje ušća koritom i podzemnim vodama rijeke Jadro. To je ujedno i područje u koje zagađene površinske i oborinske vode s obalnih prostora i glavnih prometnih čvorišta u neposrednoj blizini obala dotječu u rijeku, uključujući i vode brze ceste Solin-Klis. Te su vode opterećene opasnim tvarima, a posebno kovinama. Zbog toga plodovi mora (školjke) s ovih dijelova zaljeva se ne bi smjeli koristiti za ljudsku prehranu. Akvatorij ušća rijeke Jadro omeđen spojnicom rt kupališta Mramorno – naselje Čučine u Vranjicu je Zakonom o morskom ribarstvu proglašeno posebnim staništem riba i drugih morskih organizama u kojima je zabranjeno obavljanje svakog ribolova i lova drugih morskih organizama, kao i sakupljanje morskih organizama. Ekološki potencijali su veliki ako se prostor ušća morfološki obogatiti i restaurira.

Zbog nastalih morfoloških promjena rijeke Jadro, cijela rijeke ima loše opće i ekološko stanje koje se može poboljšati. Zato rijeka Jadro nije više značajna prirodna podrška za jačanje održivosti standarda življenja na ovim prostorima. Smanjene su prirodne funkcije voda, a time i sigurnost okoliša i življenja u cjelini. Odgovarajućim mjerama jačanja otpornosti na klimatske promjene stanje se može poboljšati.

Na području donjeg toka rijeke (nizvodno od Gašpinih mlinica) i ušća i to s obje strane rijeke nalaze se ostaci grada Salone koji su prvo fluvijalnim procesima, a zatim zadnjih 200 godina čovjekovim aktivnostima nasuti. Zato je ovo područje zaštićeno i vrlo osjetljivo te posebno ugroženo klimatskim promjenama i dizanjem srednje razine mora.

7. Zaštićena područja

Rijeka Jadro je imala velike ekološke potencijale koji su se postepeno smanjivali naseljavanjem i urbanizacijom. Da bi se zaštitili preostali potencijali na administrativnom području Grada Solina proglašavaju se zaštićena područja. Prema Zakonu o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19), to su posebni ihtiološki rezervat Gornji tok rijeke Jadro i spomenik parkovne arhitekture Stablo močvarnog čempresa (*Taxodium distichum*) u Solinu.

Posebni ihtiološki rezervat Gornji tok rijeke Jadro je proglašen 1984. godine te svoju zaštitu temelji na endemu jadranskog sliva, solinskoj mekousnoj pastrvi kojoj je ovo, uz rijeku Žrnovnicu (u koju je umjetno introducirana) i Vrliku, jedini životni areal. Površina rezervata obuhvaća gornji tok rijeke koji je ujedno i mrjestilište predmetne vrste.

Močvarni čempres zaštićen je 1996. godine u kategoriji spomenika parkovne arhitekture. Ovaj rijedak primjerak nalazi se uz desnu obalu rijeke Jadro, visok je oko 25 metara te ima procijenjenu starost od 90 godina. Prirodni areal ove vrste čine močvarna područja obala Meksičkog zaljeva.

Na području Grada Solina nalaze se i tri područja ekološke mreže od čega su dva područja očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove (POVS) te jedno područje očuvanja značajno za ptice (POP) – tablica 2.

Tablica 2. Područja ekološke mreže

ŠIFRA PODRUČJA	NAZIV PODRUČJA EKOLOŠKE MREŽE
HR1000027	Mosor, Kozjak i Trogirska zagora – POP područje
HR2001352	Mosor – POVS područje
HR2000931	Jadro – POVS područje

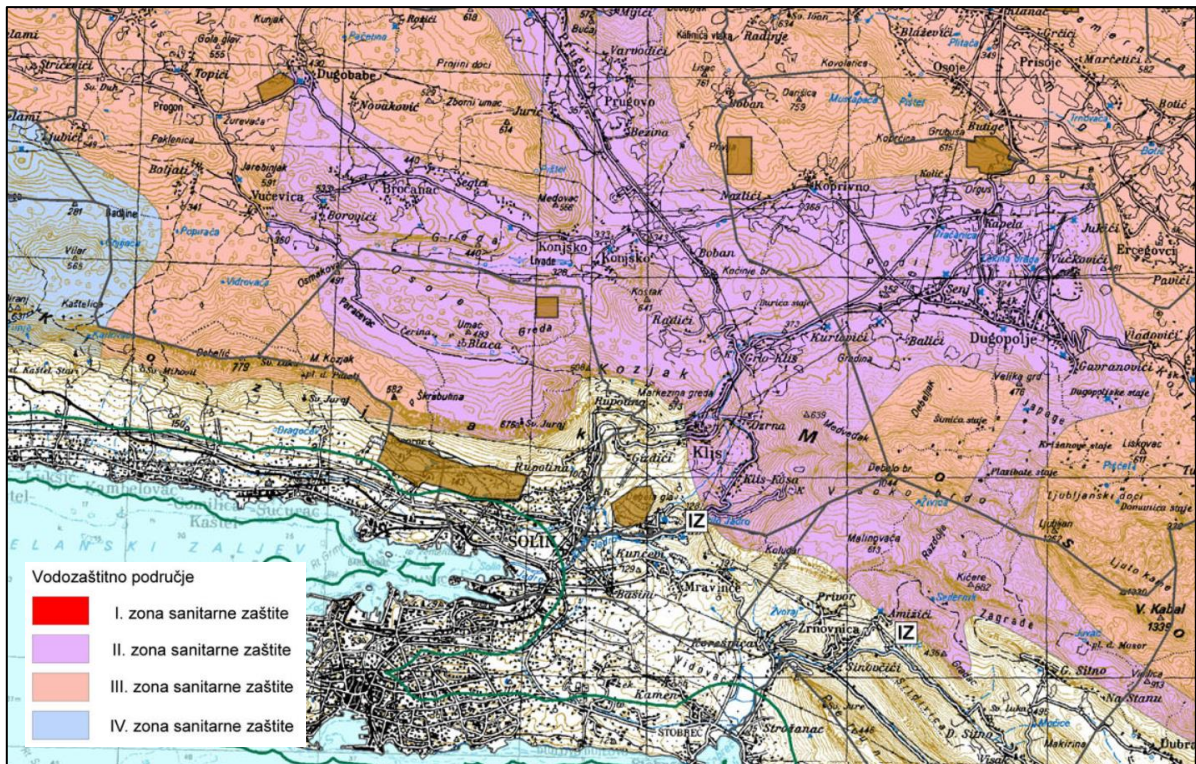
Ekološka mreža predstavlja sustav ekološki značajnih područja i ekoloških koridora koja su ujedno i dio europske ekološke mreže Natura 2000. Ekološku mrežu čine dva osnovna tipa područja: područje očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove (POVS) te područja očuvanja značajna za ptice (POP).

U slivu Izvora rijeke Jadro definirane su i propisane zone sanitarne zaštite zahvata vode za piće kojom se opskrbljuje cijela regija. Pravilnikom o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta (NN 66/11 i 47/13) vezano za zahvaćanje voda iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti određene su četiri zone sanitarne zaštite: zona ograničenja – IV. zona, zona ograničenja i nadzora – III. zona, zona strogog ograničenja i nadzora – II. zona i zona strogog režima zaštite i nadzora – I. zona.

Mjere zaštite izvorišta od onečišćenja te sanitarni i drugi uvjeti utvrđeni su Odlukom o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta javne vodoopskrbe izvora Jadra i Žrnovnice (Odluka Županijske skupštine Splitsko-dalmatinske županije na 15. sjednici, održanoj 18.12.2014.), a koje su prikazane na slici 13.

Na razmatranom području postoji više zaštićenih kulturno-povijesnih lokaliteta koji su u kontaktu s vodama rijeke Jadro, odnosno koji su ugroženi od voda. Najveći i najznačajniji je grad Salona koji je ugrožen dizanjem razine mora te brdskim vodama i sedimentom koji je već 13 stoljeća zasipa. Tu je i lokalitet Šuplje crkve neposredno uz rijeku Jadro koji je cijeli zimski period pod vodom. Na području prijelaznih voda su Gradina te lokalitet Gospin otok i drugi. Te cijeli niz drugih objekata od velike kulturne i povijesne vrijednosti. Cijelo ovo područje je nisko i već danas pod utjecajem podzemnih

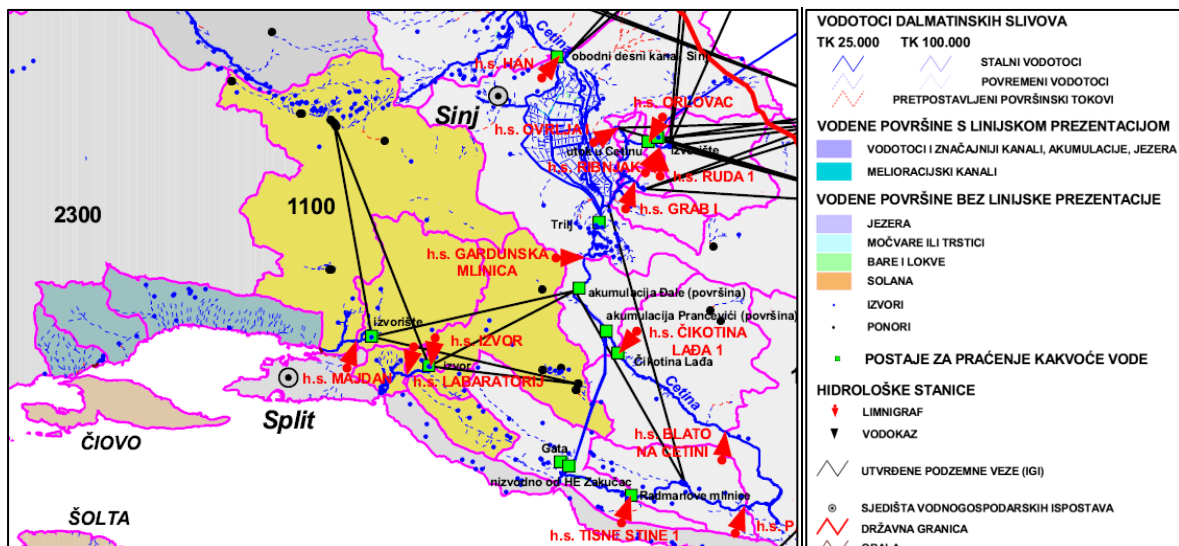
voda i mora. U slivu također ima dosta lokaliteta na padinama Kozjaka koje vode ugrožavaju. Klimatske promjene, a posebno dizanje srednje razine mora značajno će ugroziti sve lokalitete na niskom području Solina i Salone.



Slika 13. Zone sanitarne zaštite

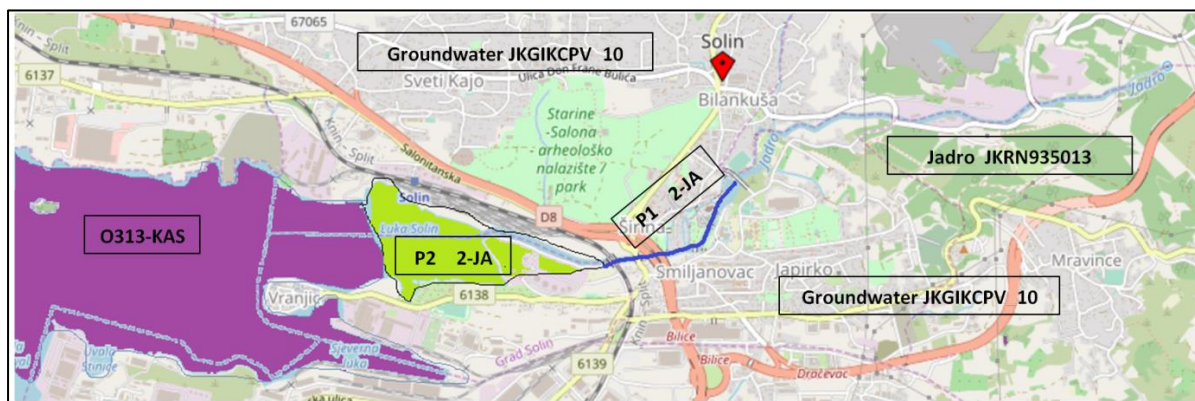
8. Službeni podaci o stanju voda

Topografska granica sliva Jadra i Žrnovnice s prikazom vodotoka, položaja limnigrafa (crvena strelica), postaja za praćenje kakvoće voda (zeleni kvadrat) i utvrđenih podzemnih veza (crna linija) prikazana je na slici 14.



Slika 14. Mjerne postaje u slivu

Prema službenoj podjeli voda RH u skladu s Okvirnom direktivom o vodama EU (ODV), rijeka Jadro pripada podslivu Jadranskog vodnog područja. Čine ga vodna tijela (slika 15): obalne vode (No. O313-KAS), prijelazne vode (No. tip P1_2, tip P2_2), površinske vode (No. šifra JKR935013) i podzemne vode (No. JGKICPV_10).



Slika 15. Podjela voda rijeke Jadro (Hrvatske vode)

Cilj uvođenja Okvirne direktive je integriranje svih aspekata vodnog okoliša u svrhu djelotvornosti i održivosti istog, a svrha je uspostavljanje okvira za zaštitu europskih voda kako bi članice EU-a postigle „dobar vodni status“. Zadaci ODV-a su: **zaštita dobrog statusa i restauracija svih vodnih tijela; sprječavanje pogoršanja statusa, učinkovito i održivo korištenje voda.**

Ovlašteni i odgovorni nositelji tih aktivnosti jesu: Hrvatski sabor, Nacionalno vijeće za vode, Vlada Republike Hrvatske, Ministarstvo okoliša i druga tijela državne uprave, jedinice lokalne i regionalne (područne) samouprave, te Hrvatske vode kao pravna osoba za upravljanje vodama. Hrvatske vode su

glavno tijelo odgovorno za provedbu ODV-a u Hrvatskoj, uključujući i izradu Planova upravljanja vodnim područjima za čitavu Hrvatsku.

Ove institucije su zadužene za motrenje stanja voda, donošenje planova i mjera, te provedbu mjera za poboljšanje stanja voda. Stanje voda se opisuje na razini vodnih tijela koja predstavljaju osnovne jedinice za analizu značajki i upravljanje kakvoćom voda. Vodna tijela se moraju odrediti tako da se omogući odgovarajući, dovoljno jednoznačan opis bioloških elemenata, hidromorfoloških elemenata koji podržavaju biološke elemente, kemijskih i fizikalno kemijskih elemenata koji podržavaju biološke elemente stanja površinskih voda, odnosno količinskog i kemijskog stanja podzemnih voda. Monitoring stanja voda se usklađuje s odredbama *Uredbe o standardu kakvoće voda*.

Trenutno stanje voda navedeno je u tablicama 3 (obalne vode – O313-KAS), 4 (prijelazne vode – tip P1_2, tip P2_2) i 5 (podzemne vode – JKGIKCPV_10), u tablici 6 navedeno je stanje kakvoće vode na izvoru i u tablici 7 ekološko i kemijsko stanje same rijeke Jadro.

Tablica 3. Stanje **obalnih voda** (O313-KAS: Polihalino obalno more sitnozrnatog sedimenta)

Stanje		Element	O313-KAS
Elementi	Stanje	Fitoplankton	Dobro
		Hranjive tvari	Dobro
		Koncentracija kisika	Dobro
		Klorofil koncentracija α	Vrlo dobro
		Makroalge	Loše
		<i>Posednia oceanica</i>	Loše
		Bentoski beskralježnjaci	N/A
Hidro-morfološko stanje			Umjereno
Ekološko stanje			Loše
Kemijsko stanje			Dobro
Opće stanje			Loše

Tablica 4. Stanje **prijelaznih voda** (tip P1_2: oligohalini estuarij krupnozrnatog sedimenta i tip P2_2: mezohalini estuarij krupnozrnatog sedimenta)

Stanje		Element	Uvjeti	
			P1_2-JA (tip P1_2)	P2_2-JA (tip P2_2)
Elementi	Stanje	Fitoplankton	Vrlo dobro	Dobro
		Koncentracija hranjivih tvari	Vrlo dobro	Vrlo dobro
		Koncentracija kisika	Vrlo dobro	Vrlo dobro
				Dobro

	Klorofil koncentracija α	Vrlo dobro	Vrlo dobro
	Riblja fauna	Dobro	Dobro
	Hidro-morfološko stanje	Umjereno	Umjereno
Ekološko stanje		Umjereno	Umjereno
Kemijsko stanje		Dobro	Dobro
Opće stanje		Loše	Loše

Tablica 5. Stanje **podzemnih voda** (JKGIKCPV_10 - Cetina)

Oznaka	JKGIKCPV_10
Ime	Cetina
Porozitet	Pukotine - kaverne
Površina (km ²)	3,086.54
Prosječna protoka (x10 ⁶ m ³ /godinu)	1,318
Prirodna ranjivost	Srednje – visoko
Količinsko stanje	Dobro
Kemijsko stanje	Dobro
Opće stanje	Dobro

Kakvoću vode izvora redovito mjere ovlaštene laboratorij Županije i tvrtka VIK Split. Mjere se svi parametri u skladu s Pravilnikom o kakvoći vode namijenjenoj za piće, a koji je u skladu s *Drinking Water Directive concerns the quality of water intended for human consumption in the EU* (Direktiva Vijeća 98/83/EC od 3. studenoga 1998., uključujući Direktivu Komisije (EU) 2015/1787 od 6. listopada 2015.).

Kakvoća vode na izvoru je u odnosu na većinu kemijskih i fizikalno-kemijskih parametara u skladu s Pravilnikom o vodi za piće. Kakvoća vode ne udovoljava svakodnevno u odnosu na bakteriološke parametre, te oko 30 dana godišnje u odnosu na mutnoću vode koja je veća od dopuštene granice od 4 NTU. Voda koja od izvora otječe prema moru opterećena je dodatnim onečišćenjem koja mijenjaju njen sastav i kakvoću.

Tablica 6. Stanje kakvoće vode na **izvoru**

Zahvat vode	Dušik mg/l NO ₃ (medijan)	Amonij mg/l NH ₄ (medijan)	Kisik mg/l (medijan)	CND μ s/cm (medijan)
Jadro	2,92	0,0065	10,10	391

Površinska voda Jadra ima oznaku JKRN935013 i pripada eko-tipu T21B – Nizinski vodotoci srednje velikih primorskih stalnih tekućica u vapnenačko-silikatnoj podlozi krša.

Tablica 7. Ekološko i kemijsko stanje rijeke Jadro

Stanje		Elementi	JKRN935013	Pokazatelji dobrog stanja
			Jadro	
Ekološki elementi	Kemijski i fizikalno-kemijski parametri	BPK ₅ (mgO ₂ /l)	< 2; vrlo dobro	< 2.6
		KPK – Mn (mgO ₂ /l)	< 4.0 ; vrlo dobro	< 5.6
		Ukupni N (mgN/l)	< 1.5 vrlo dobro	< 2.1
		Ukupni P (mgP/l)	< 0.1 ; vrlo dobro	< 26
	Hidro-morfološko stanje	40-60 % loše	< 20 %	
Opće stanje			Loše	
Kemijsko stanje			Dobro	

Zaključak

Temeljem prezentiranih službenih podataka, može se zaključiti da rijeka Jadro ima nezadovoljavajući status voda – „loše opće stanje voda“ i to kao voda za piće, površinska voda, prijelazna voda i obalno more. Kemijsko stanje voda je dobro do vrlo dobro, dok je ekološko stanje umjereno do loše, jednako kao i morfološko. Također proizlazi da podzemne vode s izvora, koje imaju dobar kemijski sastav, u dovoljnoj mjeri apsorbiraju i razrjeđuju kemijsko onečišćenja koje dotječe iz topografskog sliva u rijeku Jadro. Broj uzoraka na godinu je relativno mali (4 – 12), tako da je za očekivati da se povremeno pojavljuju veće kao i manje koncentracije pojedinih pokazatelja kakvoće od onih koje su uzorkovane, o čemu treba voditi računa kod konačne ocjene trenda promjena kakvoće vode. U tom kontekstu treba detaljnije analizirati kako će se stanje voda ponašati s obzirom na različite vrijednosti protoka i opterećenja voda. O tome će biti više govora u nastavku studije.

Kumulativni učinak stanja voda rijeke Jadro određuje stanje obalnog mora koje je direktni prijemnik svih voda rijeke Jadro. Obalno more akumulira sve pritiske koji s površinskim i podzemnim vodama dolaze u more. Zato je stanje obalnog mora najbolji pokazatelj trenda promjena u slivnom području. Naravno, za analizu i ocjenu promjena treba imati i relevantni monitoring program prilagođen ciljevima analize.

Značajno povećanje anorganskog dušika u prijelaznim vodama i na ušću rezultat je značajnih dotoka slatke vode. To je negativna pojava u usporedbi s normalnim stanjem mora koje ima znatno niže koncentracije dušika od slatkih voda. Najznačajniji izvor ortofosfata su antropogeni izvori (komunalne i industrijske otpadne vode, urbane površinske vode), dok su prirodni procesi obogaćivanja (dotok fosfora kroz rijeke i zbog bentoskog dotoka) od manjeg značaja. Rezultati mjerenja pokazuju trend smanjenja koncentracija kao rezultat poboljšanja sustava odvodnje otpadnih voda.

Ekološko stanje obalnog mora, u skladu s rezultatima na stanici OC07 (slika 16) u Vranjicu (poluzatvoreno područje ušća rijeke Jadro), posljednjih je godina (2003. – 2013.) između vrlo dobrog i

dobrog, što je značajan napredak u odnosu na 1990-e, kada je situacija na ovom području povremeno bila i vrlo loša.



Slika 16. Lokacija ID Vranjic OC07 (CO02, FP-016a), dubina vode 22 m

Više podataka o ekološkom stanju obalnog mora i relevantnim parametrima može se pronaći u Bazi podataka o morskom okolišu, marikulturi i ribarstvu (<http://baltazar.izor.hr/azopub/bindex>; odgovorna agencija HAOP).

Loše hidro-morfološko stanje rijeke je najizraženije. Nastalo je kao posljedica zaštite izgrađenog urbanog okoliša od štetnog djelovanja voda, poplava i erozije obala. U najboljem stanju je gornji tok rijeke do pritoke Ozrnje. To je dionica vodotoka koja ima značajke pretežito prirodnog stanja voda. Korito se nije značajnije mijenjalo, ali jest prostor uz obale koji je danas najveća prijetnja vodama. Dionica rijeke od Ozrnje do Gašpinih mlinica je potpuno regulirani vodotok koji je značajnim dijelom izgubio svoje prirodne funkcije. Dalje prema moru stanje je sve lošije jer je vodotok od Gašpinih mlinica u cijelosti reguliran i kanaliziran, te nema prirodne funkcije jer je vodonepropusnim obalama i betonskim oblogama kanala kontakt vode i okoliša zaustavljen. To je kanalizirani tok rijeke koji se proteže do mostova na cesti Kaštela-Split i prijemnik je najvećeg dijela oborinskih voda grada. Zato je isti pod najvećim pritiskom čovjeka i urbanizacije. Od mostova do mora vodotok je reguliran, a obale ojačane, propusnim materijalima tako da je komunikacija voda između rijeke i okoliša moguća, a time i razvoj biocenoz. Zato je stanje prirodnije, a okoliš bogatiji biocenozom, ali bitno manje nego na uobičajenoj morfologiji ušća rijeka. To su prelazne vode u kontaktu s morskom vodom. Morfologija i ekološke značajke obalnog mora su također značajno izmijenjene i nemaju prirodne značajke. Ovu je dionicu moguće značajno obnoviti. Danas je to napuštena industrijska zona.

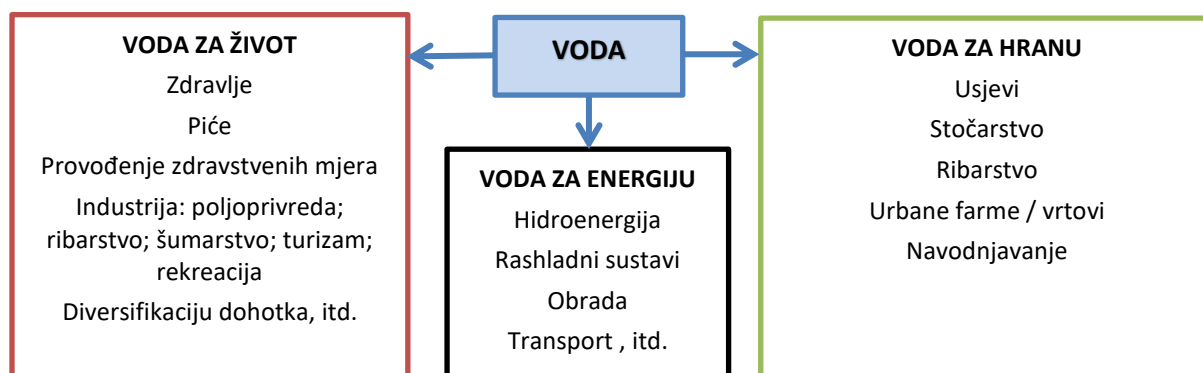
Iz ove kratke analize očito je da je nužno obnoviti prirodne funkcije voda i ostalog okoliša kako bi se ojačala sigurnost okoliša, te održivost življenja u području rijeke. Jasni su i prioriteti, ali i mogućnosti za poboljšanje stanja. Stanje je najlakše ojačati na gornjim dionicama rijeke do Gašpinih mlinica, te na području samog ušća i obalnog mora, a najteže na dijelu prijelaznih voda kroz centar Solina. Srednji

tok rijeke od Gašpinih mlinica do ušća je najproblematičniji za obnovu. Potpuna obnova na ovoj dionici nije realna, ali su značajna poboljšanja moguća. Obnovom gornjeg toka rijeke štiti se donji tok rijeke i povećava njegova moć samopročišćavanja i zaštićuju se njegove krajobrazne značajke kao gradskog vodotoka (dionica kroz centar grada). Obnovom dionice na ušću štite se važne ekološke funkcije prelaznih voda i Kaštelanskog zaljeva, te kakvoća mora. O svemu ovom bit će više govora u sklopu mjera za jačanje otpornosti.

9. Hidrotehnički sustavi i vodna infrastruktura područja rijeke Jadro (J. Margeta)

10. Namjena i korištenje voda

Voda (kiša, površinska, podzemna i more) zajedno s *hranom* (poljoprivreda i ekosustavi) i *energijom* (hidro, fosilna, geotermalna, zelena, nuklearna) osnovni su materijalni resursi i dobra društveno-ekonomskog razvoja od egzistencijalne važnosti. Bogatstvo i kvaliteta resursa zajedno sa sredstvima za život – kapitalima fizičkim (infrastruktura, objekti, oprema, itd.), prirodnim, ljudskim, društveno ekonomskim i političkim određuju održivost i standard življenja na nekom prostoru, kao što je to područje rijeke Jadro. Voda je duboko integrirana u svaku civilizaciju pa i današnju. Međuodnos vode i ljudskih djelatnosti uključuje cijeli niz egzistencijalnih, bioloških, društvenih, ekonomskih funkcija, a također i negativnih utjecaja, kao što su: poplave, suše, prijenos onečišćenja, prenošenje uzročnika bolesti, gubitak tla itd. Uobičajena namjena vode za hranu, energiju i življenje prikazana je na slici 17.



Slika 17. Namjena vode

Može se zaključiti da se sve ove namjene vode tisućama godina javljaju i na području rijeke Jadro, zbog čega ovo područje ima dugu povijest boravka ljudi i gradnje naselja.

Korištenje voda dijelimo na **unutrašnje**, bez dislokacije voda izvan vodnog tijela, i **vanjsko** koje podrazumijeva dislokaciju voda izvan vodnog tijela i time smanjenje prirodnog kapaciteta vodotoka. Najvažnije vanjsko korištenje je vodoopskrba i navodnjavanje. Vode rijeke Jadro već se tisućama godina koriste za vodoopskrbu stanovništva. Za te namjene zahvaća se voda na izvoru Jadro i opskrbljuju se područja Solina, Splita, Kaštela, Trogira, Klisa, Podstrane, Dugopolja i drugih naselja. To je za sada jedini zahvat regionalnog vodovoda i stoga od velike važnosti za življenje i privredu na ovim prostorima. Od vanjskih korištenja može se još spomenuti navodnjavanje vrtova i okućnica, te cijeli niz manjih i većih privrednih pogona koji koriste vodu za razne namjene i procese. Vode rijeke se na području Solina koriste i za uzgoj riba – pastrve. Energija toka vode se više od 2000 godina koristi za manufakturu i mlinice, a u novije doba i za proizvodnju hidroenergije, ali je hidroelektrana već dulje vremena izvan funkcije. U vanjska korištenja spada i zaštita od požara.

U unutrašnja korištenja na rijeci Jadro svrstavamo korištenje za sport i rekreaciju, transport zagađenja, prijemnik otpadnih i onečišćenih oborinskih voda. Ostala korištenja danas nisu više značajna, kao što je to regulacija razine podzemnih voda i vlažnosti zemljišta, ili su zabranjena, kao što je to lov i ribolov.

Sve veći značaj ima krajobrazno korištenje voda ili njihova prirodna funkcija i usluge ekosustava. To se odnosi na održavanje vlažnosti zemljišta, transformaciju zemljišta, transport nanosa, sedimenta i drugih biogeoloških elemenata, transport nutrijenata ili biološka funkcija, regulacija klimatskih čimbenika te očuvanje prirodnih karakteristika područja, odnosno biotopa i biocenoze. Očuvanje prirodnih karakteristika voda ima ne samo ekološku važnost, već i društveno-ekonomsku. Rijeka i njene obale su vrlo atraktivno područje koje je sve više zanimljivo turistima i lokalnom stanovništvu.

Unutrašnje i vanjsko korištenje imaju određeno negativne utjecaje na vode i vodni ekosustav. To se posebno odnosi na korištenja voda kao prijemnika za urbane oborinske vode, te otpadne. Oduzimanje velikog postotka voda radi vodoopskrbe (oko 50 %) u sušnom periodu godine je velika prijetnja ekosustavu voda rijeke Jadro. Kombinacija oduzimanja voda i ispuštanje oborinskih-površinskih voda s urbanih područja u vodotoke su najveća prijetnja održivosti ekosustava voda rijeke.

Jasno je da življenje, energija i hrana utječu na vode. Življenje kroz: razvoj i korištenje infrastrukture, rad, politiku prema vodama, itd.; energija za: crpljenje vode, desalinizaciju, tretman vode za piće, pročišćavanje otpadnih voda, itd.; hrana kroz: promjenu kakvoće vode (zamuljenje, onečišćenje), upravljanje krajobrazom, malčanje, itd.

Na sličan način se mogu definirati odnosi „Energije“ prema hrani i življenju; „Hrane“ prema energiji i življenju; te „Življenja“ prema energiji i hrani. Međuodnos resursa definira okvir unutar kojeg se nastoji ostvariti održivost življenja. Življenje – egzistencija stalno generira ljudske potrebe prema okolišu i pritiske na okoliš (povećanje broja stanovnika, urbanizacija, itd.), a okoliš stalno osigurava opskrbu, ali istovremeno stvara i pritiske na življenje (klimatske promjene, poplave, suše, olujno nevrijeme itd.).

Ljudska naselja su jedinstveni ekosustav koji se sastoji od izgrađenih objekata, infrastrukture i prirodnih elemenata, uključujući ljude, koji se održavaju i transformiraju unutar složenog skupa međuodnosa unutar i između ekološkog i društveno-ekonomskog sustava. Današnji gradovi, kao i Solin, izloženi su raznim i brojnim izazovima uključujući: onečišćenje zraka i vode, rast potrošnje energije i drugih resursa, slabo upravljanje vodama i otpadom, nedostatak zdrave hrane, itd. Sve to u konačnosti utječe na zdravlje ljudi, sigurnost i standard življenja.

Ekosustavi kopna, voda i mora i pripadajuća biocenoza dio su globalnog ciklusa vode, a sva slatka voda u konačnosti ovisi o procesima u ekosustavima pa tako i na području rijeke Jadro. Zato su usluge ekosustava za čovjeka od egzistencijalne važnosti, iako se to isprva tako ne čini. Ekosustavi ublažavaju posljedice poplava, suša, erozije tla i onečišćenja okoliša. Zdravi i bogati ekosustavi čiste vode, pročišćavaju zrak, održavaju tlo i proizvodnju hrane, reguliraju klimu, recikliraju hranjive sastojke i pružaju hranu i voda. Biološka raznolikost poboljšava kvalitetu voda i pomaže ekosustavima da izdrže sve veće pritiske od zagađenja i promjena u prostoru, uključujući i pritiske od klimatskih promjena.

Klimatske promjene, kratki vremenski šokovi i dugoročne promjene, sve su veća nova prijetnja koja se mora uvažavati kod upravljanja vodama i prostorom. Promjene klime će utjecati na potrebe za vodom, kapacitet vodnih resursa i biološku raznolikost urbanog okoliša. Ako se postigne održiva ravnoteža između potreba prema okolišu i pritiska okoliša na življenje, tada su stvoreni uvjeti za sigurno i održivo življenje. Kaže se da se postigla sigurnost životne sredine. To je cilj koji se želi ostvariti u ovom projektu – Planu. Tema je urbana ekologija, biološka raznolikost i jačanje otpornosti na klimatske promjene područja rijeke Jadro.

Korištenje vode za industriju

Na području rijeke Jadro prerađivačka industrija kao i termoenergetska postrojenja nisu direktni korisnik voda. Industrija se opskrbljuje vodom korištenjem komunalnog vodoopskrbnog sustava jednako kao i stanovnici. Jedini sve značajniji korisnik voda je turistička privreda.

Korištenje vode za navodnjavanje

Poljoprivredne aktivnosti na razmatranom području nisu razvijene i ne koriste direktno vode rijeke Jadro za potrebe navodnjavanja. Sustav navodnjavanja nije izgrađen, a nije ni planiran.

Vodoopskrbni sustav

Područje rijeke Jadro nalazi se u vodoopskrbnom sustavu aglomeracije Split-Solin. Aglomeracija Split-Solin obuhvaća grad Split te Grad Solin (Solin, Vranjic, Mravince, Kučine), Općinu Dugopolje (naselja Dugopolje i Koprivno), Klis i Podstranu. Na predmetnom području prema popisu stanovništva iz 2011. g. živi 206.794 stalnih stanovnika. Gradovi Split i Solin, kao i cijela dalmatinska obala, je ljetna turistička destinacija, što uzrokuje značajne sezonske oscilacije u broju ljudi koji borave na predmetnom području. Samo dio ove aglomeracije nalazi se na području sliva rijeke Jadro, odnosno sve jedinice osim Splita i Podstrane.

Područje aglomeracije Split-Solin vodom se opskrbljuje iz nekoliko lokalnih vodoopskrbnih sustava, od regionalnog do lokalnog značaja, a najviše iz regionalnog vodoopskrbnog sustava Split-Solin-Kaštela-

Trogir (slika 18). Navedeni sustav pokriva, unutar aglomeracije, gradove Split i Solin kao i dijelove Općina Klis u topografskom slivu rijeke Jadro. Grupni vodovod Sinjske krajine osigurava vodu za Dugopolje-Klis.



Slika 18. Vodoopskrbni sustav SPLIT-SOLIN-KAŠTELA-TROGIR; Izvor: Službene Internet stranice Agencije Eko Kaštelanski zaljev (http://www.ekz.hr/upload/tbl_projekti/split_solin_kastela_trogir_13336.jpg)

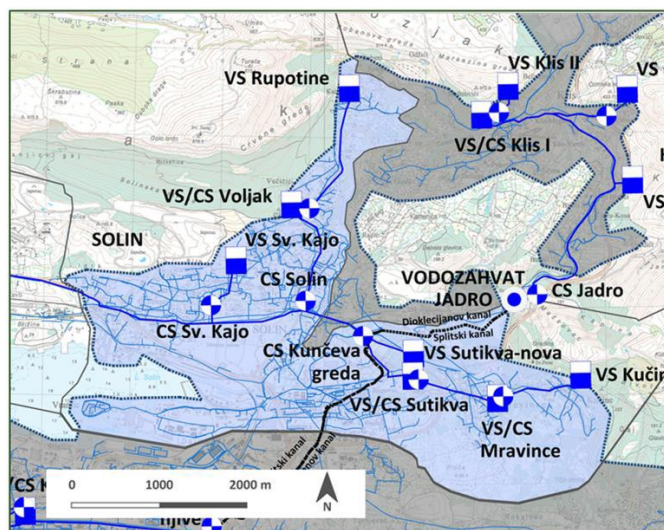
Prema važećoj **Vodopravnoj dozvoli** (Hrvatske vode, Vodnogospodarski odjel za vodno područje dalmatinskih slivova – Split; Klasa: UPI-325-03/99-01/0083; Ur. broj: 374-24-3-99-2/TC; Split, 05.10.1999. g.), nositelju zahvata je odobreno zahvaćanje 2.000 l/s, odnosno 31.000.000 m³/god vode na izvorištu. Nositelj zahvata treba osigurati ekološki prihvatljiv protok (biološki minimum) od 1,8 m³/s (što odgovara vodostaju od 30 cm) za srednji dnevni protok rijeke Jadro, odnosno 2 m³/s za srednji mjesečni protok. U slučaju nemogućnosti osiguravanja navedenih protoka, nositelj zahvata dužan je smanjiti zahvaćene količine i reducirati potrošnju (prvenstveno potrošnju za potrebe poljoprivrede), odnosno osigurati vodoopskrbu s drugih zahvata. Godišnja prodaja vode u aglomeraciji je nešto više od 20 milijuna m³. Gubici u sustavu su oko 50 %. To znači sustav s izvora potroši oko 30 milijuna m³ vode godišnje koje se ne vraćaju u sustav rijeke Jadro.

Vodoopskrba Solina je crpni vodoopskrbni sustav u kojem se vodoopskrba odvija radom više većih i manjih crpnih stanica koje crpe vodu iz Splitskog dovodnog kanala u pojedine vodospreme. Voda se crpi u vodospreme iz kojih se osigurava dotok vode u vodovodnu mrežu. Bez rada crpnih stanica nema vodoopskrbe, tako da je sustav ranjiv, troši dosta energije i time ispušta dosta stakleničkih plinova. Sigurnosna rezerva vode su volumeni vodosprema. Ukupna duljina vodoopskrbne mreže Solina iznosi oko 130.000 m.

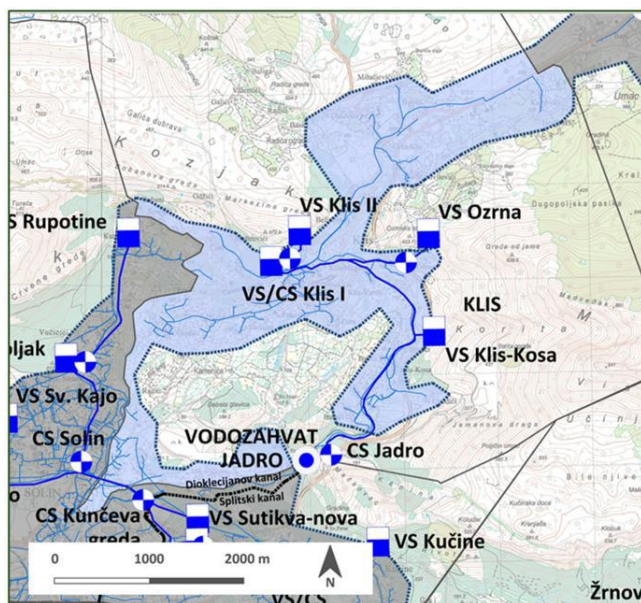
Vodoopskrba naselja Klis je riješena preko izvorišta Jadro. Crpna stanica (CS) Jadro nalazi se na izvori rijeke Jadro te tlači vodu u tri vodoopskrbne zone prema vodospremama Klis-Kosa te do vodospreme Ozrna.

Priključenost stanovništva je oko 95 %, a privrede i više. Prosječna potrošnja vode je 131 l/stanovniku/dan, a očekuje da će se zbog povećanja cijene smanjiti na 125 l/stanovniku/dan. Fakturirana godišnja potrošnja vode se kreće nešto više od 2 milijuna m³. To je potencijalna količina komunalnih otpadnih voda koja se generira u slivu rijeke Jadro. Uz to, u podzemlju se iz sustava gubi oko 1,2 milijuna m³ na godinu. Gubici u sustavu su jako veliki, veći od 50 %. Prihvatljiva razina u odnosu na društveno-ekonomske značajke u ovom području je oko 20 %.

Kakvoća vode je u skladu sa standardom vode namijenjene za ljudsku upotrebu. Iznimno, u kišnom periodu godine više dana godišnje zbog povećane mutnoće preporučuje se vodu prokuhivati. Voda se prije distribucije dezinficira plinovitim klorom. Trenutno se realizira projekt uređaja za obradu vode. Izgradnja i troškovi rada uređaja te naponi da se smanje gubici vode u sustavu će dovesti do povećanja cijene usluge te tako ugroziti socijalnu prihvatljivost sustava.



Slika 19. Postojeći vodoopskrbni sustav u gradu Solinu,
 (izvor: Konceptijsko rješenje sustava vodoopskrbe aglomeracije Split-Solin (Hidroprojekt-Consult d.o.o., Zagreb))



Slika 20. Postojeći vodoopskrbni sustav u naselju Klis,
 (izvor: Konceptijsko rješenje sustava vodoopskrbe aglomeracije Split-Solin (Hidroprojekt-Consult d.o.o., Zagreb))

Zaključak

Stanje vodoopskrbe (količinsko) je zadovoljavajuće, ali i sve manje održivo zbog velikih gubitaka vode. Svako daljnje povećanje potreba, naročito ljeti zbog razvoja turizma, povećava neravnomjernost godišnje eksploatacije sustava (ljetno – zima) i time troškove rada i financijsku i tehnološku održivost sustava.

Godišnja iskoristivost instaliranih kapaciteta je s povećanjem ljetne vršne potrošnje sve manja, a time i potencijalna zarada. Kakvoća vode je većim dijelom godine zadovoljavajuća, a izgradnjom postrojenja za obradu vode ovaj problem će se sanirati. Kapacitet zahvaćanja vode je na granici dopuštenog, tako da svako daljnje povećanje zahtjeva i razvoj novog zahvata. Novi zahvat je nužan i radi povećanja sigurnosti opskrbe (opskrba iz dva smjera). Kratkoročno, sigurnost opskrbe treba ojačati s osiguranjem dovoljnog rezervnog kapaciteta u vodospremama i aktivnim upravljanjem njihovim radom. To rješenje poskupljuje rad sustava, ali je trenutno jedno izvedivo.

Realizacijom projekta „**Dogradnja i rekonstrukcija vodoopskrbnog sustava**“, koji je u fazi pripreme realizacije, planirano je osiguravanje opskrbe pitkom vodom odgovarajuće kvalitete i potrebne rezerve vode u distribucijskog mreži da bi se osigurale dovoljne količine pitke vode u vodoopskrbnom sustavu. Planiranim zahvatima također će se smanjiti gubitci pitke vode iz sustava čime se smanjuje potreba za zahvaćanjem vode i nepotrebno trošenje prirodnih resursa. Možemo se nadati da će se planirano ostvariti. Na žalost, cilj projekta nije jačanje cjenovne prihvatljivosti usluge za stanovništvo i privedu. Bez zadovoljavanja toga kriterija, društveno-ekonomske održivosti, sustav teško da će biti održiv, posebno

u vrijeme koje je kreirala pandemija. Drugi važni ciljevi održivosti vezani uz provedbu zelene strategije i smanjenja ispuštanja stakleničkih plinova nisu navedeni.

Ostala korištenja voda

Na području Solina nije zabilježen uzgoj marikulture, dok se akvakulturom (uzgoj pastrva) bavi samo jedan gospodarski subjekt. Osim jednog ribnjaka, drugih korištenja zapravo nema. Ova aktivnost je sve više ugrožen zbog dotoka onečišćenih voda iz topografskog sliva. Područje ušća se koristi kao privezište za manje brodove s planom izgradnje marine. Energetsko korištenje se ne prakticira.

Najveće unutrašnje korištenje voda se odnosi na rekreaciju i kupanje. Ovo korištenje je zadnjih godina sve značajnije, a glavna prepreka većem korištenju je problem slobodnog pristupa rijeci i obalnom moru oko ušća te neuređenost obalnog područja. Ovo područje ima i druge razvojne resurse, a posebno povijesne znamenitosti (Salona) te prirodne ljepote ušća rijeke Jadro. Turizam je u stalnom porastu, kao i broj turista i smještajnih jedinica.

Najveće korištenje voda je kao prijemnika svih urbanih komunalnih voda. To su najviše oborinske vode, ali dijelom i otpadne vode.

11. *Zaštita voda i prirodnih funkcija vode*

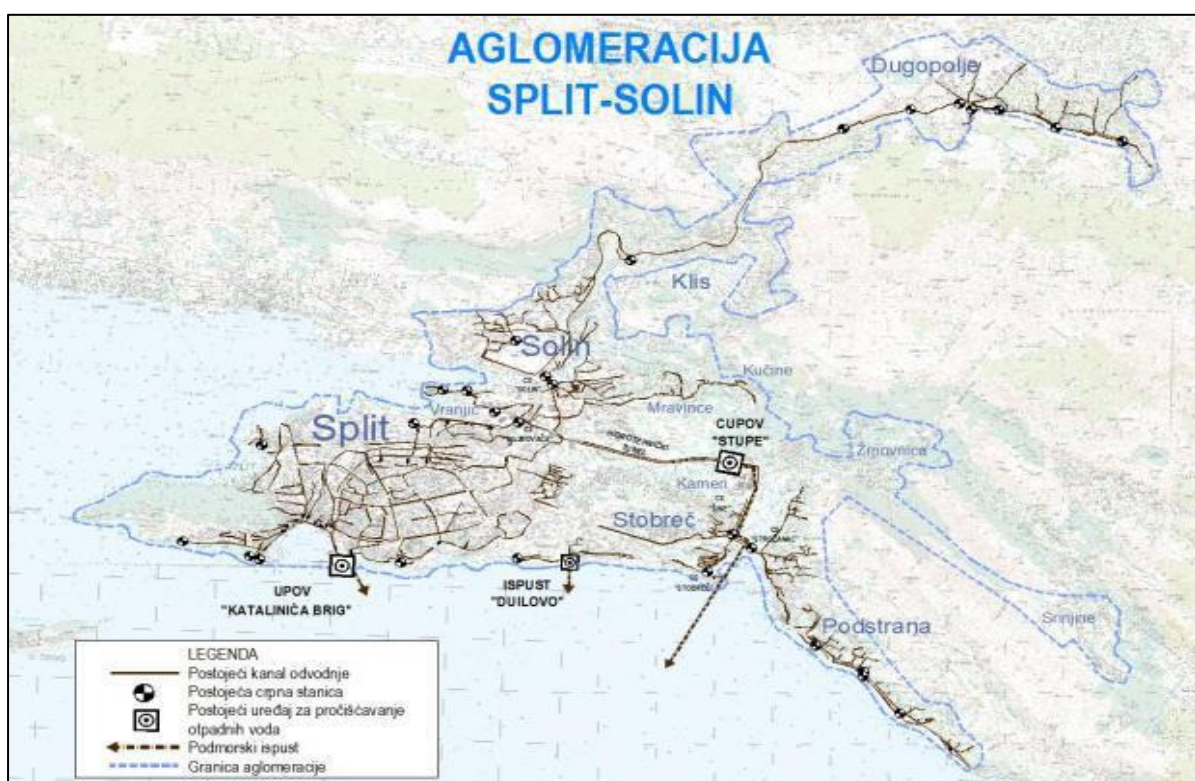
Politika održivog razvoja EU-a i Hrvatske i sve relevantne strategije koje podupiru ovu politiku su vezene uz zaštitu voda i njenih prirodnih funkcija: Zeleni plan, kružno gospodarstvo, zelena ekonomija, jačanje šumskih resursa, itd. Za sada se o tome kod nas dosta govori, donose dokumenti, ali se vrlo malo realizira. Vrlo važni dokument je **Strategija razvoja Grada Solina do 2025. godine** koja ima relevantnu viziju i ciljeve. Za sada nema značajnijih ostvarenja, što ne znači da ih neće biti. U Europi se ubrzano planiraju aktivnosti vezene uz Zeleni plan te se osiguravaju velika financijska sredstva za njegovu realizaciju. Realizacijom Zelenog plana nastoji se ojačati lokalna održivost i umanjiti štetne posljedice klimatskih promjena. Predmetni Plan i Akcijski plan ovog projekta je dobra podloga za ostvarenje tih ciljeva.

Sustav odvodnje otpadnih voda

Klasična infrastruktura u zaštiti vode je sustav odvodnje i pročišćavanja komunalnih otpadnih voda. Na području rijeke Jadro to je sustav aglomeracije Split-Solin. Svrha **uspostave cjelovitog sustava odvodnje i pročišćavanja komunalnih otpadnih voda** je zaštita tla, podzemnih voda i okolnog mora od onečišćenja uzrokovanog neprimjerenim načinom prikupljanja otpadnih voda i ispuštanja u

recipijent bez odgovarajućeg pročišćavanja. Ovim će se osigurati bolji opći zdravstveni uvjeti stanovništva, zaštita mora, podzemnih i površinskih voda te održavanje biološke raznolikosti kopnenih i morskih staništa.

Na području Solina (rijeka Jadro) planiran je razdjelni sustav kanalizacije, što je skladu s EU Direktivom za otpadne vode. Otpadne vode i oborinske vode se sakupljaju i odvođe zasebnim drenažnim sustavom. Sadašnje stanje razvijenosti sustava je rezultat aktivnosti projekta Eko Kaštelanski zaljev. Ovim projektom izgrađena je osnovna kanalizacijska mreža kojom se sve otpadne vode iz topografskog sliva rijeke Jadro kao i dijela sliva izvora Jadro (Solun, Klis) prebacuju na pod-sustav Splita i dalje na uređaj Stupe i podmorski ispušt u Stobreču (slika 21).

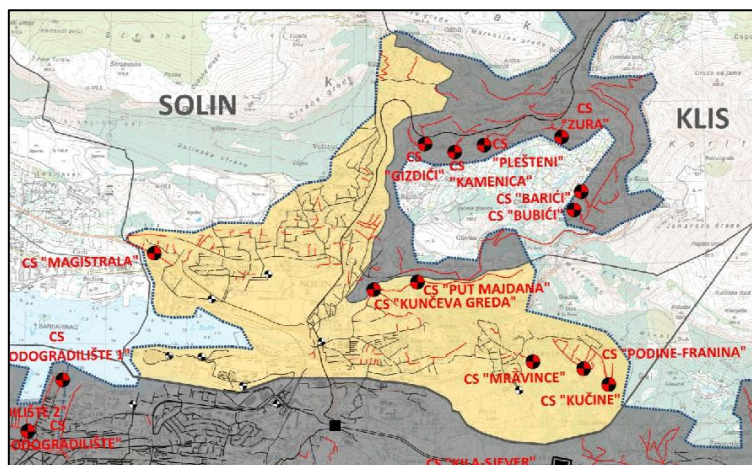


Slika 21. Postojeći sustav odvodnje aglomeracije Split-Solin (izvor: Studija izvedivosti)

Rješenje je vrlo učinkovito u zaštiti voda rijeke Jadro jer na području sliva rijeke Jadro nisu predviđeni ispusti ili preljevi otpadnih i pročišćenih otpadnih voda. Sustav je pretežito gravitacijski, a crpljenje svih otpadnih voda na tunel Dujmovača-Stupe je s malom manometarskom visinom dizanja, oko 25 m. Zato je potrošnja energije mala, a time i ispuštanje stakleničkih plinova i utjecaj na klimu.

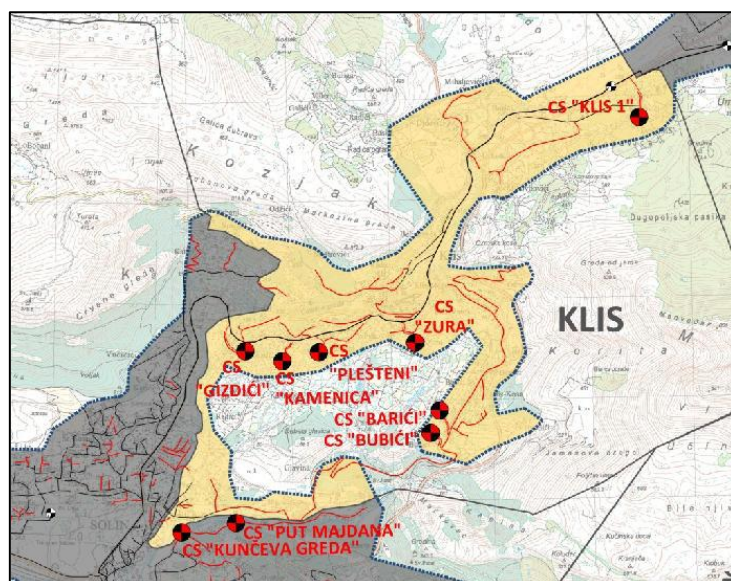
Sadašnja priključenost stanovnika na sustav je oko 65 %, a realizacijom projekta aglomeracije Split-Solin, ista će se povećati na 85 %. Osim Splita, sustav obuhvaća Grad Solin (slika 22), Općinu Klis (slika

23) te područje Dugopolja (slika 24). Cijelo područje Solina i općine Klis obuhvaćeno je planom gradnje kanalizacije. Na slici 22 je vidljivo da je uže područje grada već obuhvaćeno sustavom odvodnje, a da sva rubna brdska područja nisu. Isto tako, na cijelom području postoji dosta individualnih stambenih objekata koji nemaju priključak na kanalizaciju.



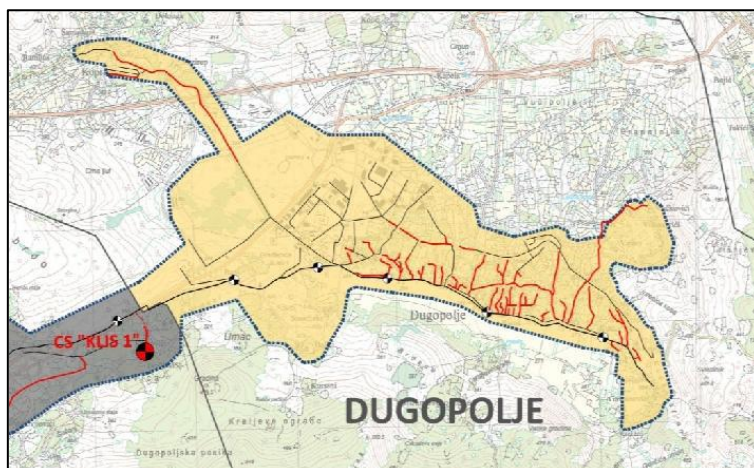
Slika 22. Područje Grada Solina – dogradnja sustava odvodnje (crveno)

Dio voda općine Klis gravitacijski se spaja na odvodne kanala Solina, a manji se dio precrcpljuje na gravitacijsku mrežu (slika 23). Na slici 23 je vidljivo da samo manji dio objekata ima kanalizaciju. To su objekti uz gravitacijski kolektor položen u staroj cesti Solin-Klis. Na ostalim područjima kanalizacija se tek treba izgraditi.



Slika 23. Područje Općine Klis – dogradnja sustava odvodnje (crveno)

Planirana, kao i postojeća kanalizacija područja Dugopolje, obuhvaća samo industrijsku zonu i uže središte mjesta, odnosno zgrade kolektivnog stanovanja (slika 24). Značajan broj individualnih stambenih objekata će morati i dalje rješavati zbrinjavanje otpadnih voda individualnim sustavima što nije prihvatljivo sa stanovišta zaštite voda.



Slika 24. Područje Općine Dugopolje – dogradnja sustava odvodnje (crveno)
Izvor: Konceptijsko rješenje sustava odvodnje otpadnih voda
aglomeracije Split-Solin (Hidroprojekt-Consult d.o.o., Zagreb)

Na slici 24 je vidljivo da do sada samo područje industrijske zone ima izgrađen sustav prikupljanja otpadnih voda koje se nizom crpnih stanica precrcpljuju na kanalizaciju Klisa.

Zaključak

Stanje sustava odvodnje otpadnih voda sa stanovništva priključenosti broja stanovnika je donekle zadovoljavajuće s obzirom na težak teren, visoke i strme padinama koje su slabo pristupačne, a na kojima se sve više grade stambeni objekti. Stanje je povoljnije na području Grada Solina, te dobrim dijelom na užem području naselja Klis. Zato je zaštita rijeke Jadro od utjecaja komunalnih otpadnih voda iz topografskog sliva *nepotpuna, ali relativno zadovoljavajuća*. Prijetnja nije eliminirana već je stalna, kako zbog nepotpune izgrađenosti/priključenosti, tako i zbog neizostavnih incidentnih puknuća, kvarova, prekida rada crpnih stanica i sličnih problema, tako da su incidentna onečišćenja moguća.

Stanje na slivnom području izvora Jadro (pitke vode) *nije zadovoljavajuće*. Značajno manji broj stanovnika je priključen na komunalnu kanalizaciju, i to samo poslovne zone i uži dijelovi naselja Klis i Dugopolje. Sva ostala naselja u slivu nemaju kanalizacijsku mrežu pa većina individualnih stambenih jedinica koristi jame. Zato više od 60 % komunalnih otpadnih voda u slivu izvora Jadro nije priključeno na kanalizacijski sustav, tako da sve otpadne vode prije ili kasnije završe na izvoru Jadro i dalje u moru.

Isto vrijedi i za sve fekalne vode od većeg broja manjih privrednih pogona kao i staja, peradarnika i njima pridruženih gnojnica. Većina organskog otpada kojeg generiraju životinje i ljudi otječe u podzemlje. To potvrđuju i podaci o kakvoći vode na izvoru. Ovo stanje je velika i stalna prijetnja i opasnost za vodu za piće. Područje sliva je veliko i sve više se naseljava. Grade se stambeni (individualna i kolektivna gradnja) i privredni objekti bez učinkovitih sustava zaštite krških podzemnih voda koje su vrlo ranjive na komunalne otpade vode bilo da su pročišćavane ili ne. Ne treba zaboraviti da sami boravak većeg broja ljudi na ovim prostorima, promet, kruti otpad, onečišćenja zraka i cijeli niz aktivnosti, stvaraju raznovrsni otpad koji uvijek dijelom biva odložen u okoliš iz kojeg ga voda transportira u vodu za piće. *Sadašnje stanje je preveliki rizik za vodoopskrbni sustav, zdravlje ljudi i turista, te se mora hitno rješavati.*

Program uspostave cjelovitog sustava odvodnje i pročišćavanja komunalnih otpadnih voda značajno će umanjiti prijetnju podzemnim vodama izvora, a posebno rijeci Jadro, ali je neće eliminirati jer ne obuhvaća cijelo područje sliva te sve zone koje se stalno šire. Sustav treba proširiti na sva naselja sliva izvora Jadro. Izgradnja sustava je dobro rješenje ali ne treba zaboraviti da je sustav propustan i sa starenjem sve propusniji. Brojni spojevi i spojne brtve elemenata sustava će postepeno propuštati otpadne vode u podzemlje. To je standardna karakteristika kanalizacije, ma kako se dobro gradila. Na ovim područjima manji potresi se javljaju svake godine, a kamionski promet uzrokuje vibracije terena na svim prometnicama. To će dodatno deformirati spojeve i elemente sustava te dovesti do sve većih propuštanja. To znači da se sustav mora stalno kontrolirati/nadzirati i eliminirati propuštanja. To se uglavnom ne radi, osim u incidentnim situacijama. Kanalizacijska mreža je jako dugačka, a predviđen je veliki broj crpnih stanica i drugih objekata, te time složena i skupa infrastruktura za pogon i održavanje. To su skupe aktivnosti koje traže velika ulaganja i zaposlenje većeg broja radnika. To znači i da bi cijena usluge morala biti jako velika. Očito je da se rizik za kakvoću vode izvora Jadro i dalje prema moru neće eliminirati izgradnjom planiranog sustava, ali će se umanjiti. Teret onečišćenja od otpadnih voda će se smanjiti, a time i koncentracija nekih parametara kakvoće vode, ali ne i bakteriološki parametri.

Klimatske promjene ne bi trebale imati neki značajniji utjecaj na kanalizacijski sustav. Međutim, kanalizacijski sustav bi mogao imati značaj utjecaj na ispuštanje stakleničkih plinova na cijelom području grada. Strme dionice i brzo kretanje otpadnih voda u sustavu, precrcpljivanje i slična mjesta turbulencije vode su mjesta intenzivnog izdvajanja plinova iz kanalizacije koji su staklenički plinovi, a dio njih su i štetni po zdravlje ljudi te su neugodnog mirisa. Višesatni transport otpadnih voda iz širokog sliva rezultira anaerobnom razgradnjom otpadnih tvari u vodama i pojavu plina metana koji je višestruko jači staklenički plin od CO₂, a oba su štetna za zdravlje ljudi i opremu. Dolazi do ispuštanja i veći količina sumporovodika koji je štetan za ljude i opremu. S prognoziranim porastom temperature, svi negativni efekti se pojačavaju. To će dodatno povećati probleme i bit će potrebna dodatna ulaganja. Sve vode se koncentriraju u užem centru Solina, gdje bi negativni efekti od plinova mogli biti najveći. Posebni problem za ovaj prostor su incidentne situacije jer se na njemu koncentriira otpadna voda iz uzvodnih područja.

Industrijske otpadne vode

Na razmatranom području prerađivačka industrija nije razvijena, tako da industrija ne stvara opasne otpadne vode koje dotječu u rijeku Jadro. Manji privredni pogoni stvaraju tehnološke otpadne vode koje se pročišćavaju prije ispuštanja u kanalizaciju otpadnih voda. To vrijedi i za oborinske vode s industrijskih površina koje se pročišćavaju prije ispuštanja u vodne resurse ili oborinsku kanalizaciju. Ako se propisi primjenjuju, a primijenjena rješenja nadziru od strane nadležnih službi, tada industrija nije prijetnja vodama i vodnom okolišu. Vrijedi i obrnuto mišljenje.

Sustav odvodnje oborinskih voda

Sustav odvodnje oborinskih voda u izgrađenim sredinama (naseljima) se individualno rješava, od naselja do naselja. Nema jedinstvenog sustava odvodnje. Manja naselja nemaju sustave odvodnje oborinskih voda osim iznimno u užem središtu naselja. Koncept je jednostavan, oborinske vode do određenog intenziteta (obično intenzitet dvogodišnjeg perioda ponavljanja) skupljaju se i odvođe iz područja gdje borave ljudi i ispuštaju u najbliže vodne resurse uz prethodno pročišćavanje u skladu s uvjetima za ispuštanje. Namjena im je da poboljšaju standard življenja u mjestu stanovanja te zaštita imovine. Oborinske vode nisu čiste vode te se ne smiju ispuštati bez potrebnog pročišćavanja u vode koje su zaštićene, recimo vode izvora i rijeke Jadro. Kako se sustav odvodnje oborinskih voda gradi samo za nepotpuno sakupljanje oborinskih voda, redovito dolazi do njihovog istjecanja u okoliš i dalje u vode, tako da su ove vode stalna prijetnja kakvoći vode rijeke Jadro. Veličina prijetnje je u direktnoj vezi s korištenjem i namjenom površina s kojih vode otječu. Najveća prijetnja su industrijska i skladišna područja s opasnim tvarima, prometnice s intenzivnim prometom, uža središta naselja i slično.

Na području Grada Solina sustav odvodnje oborinskih voda je izgrađen samo u užem dijelu grada. U svim ostalim dijelovima naselja nije, te vode površinski otječu u rijeku Jadro. Sustav nije izgrađen u općini Klis, a u naselju Dugopolje je, ali samo u užem dijelu naselja. Sva ostala naselja u slivu izvora Jadro nemaju sustav odvodnje oborinskih voda, tako da vode i onečišćenje koje ispiru otječe u podzemlje i dalje na izvor. Razlog je jednostavan, oborinska kanalizacija je najskuplja infrastruktura grada. To je posebno izraženo ako se oborinske vode moraju prepumpavati i pročišćavati, a što je slučaj na području topografskog i hidrološkog sliva rijeke Jadro. Zato se oborinska kanalizacija uglavnom zadnja gradi, ako se uopće i gradi. Međutim, rješenja ne moraju biti skupa ako se primjenjuju odgovarajući koncepti prilagođeni prirodnom okolišu.

Urbane oborinske vode u užem urbanom području su onečišćene vode, dok su oborinske vode u slučaju individualnih stambenih objekata relativno čiste. Što je koncentracija stambenih objekata veća, to je i teret onečišćenja veći. U takvim sredinama oborinske vode se moraju sakupiti, pročistiti i potom koristiti ili kontrolirano ispuštati u okoliš. Takvih rješenja na razmatranom području uglavnom nema. Iznimka su autoceste koje su opremljene odgovarajućim uređajima te poneki industrijski pogoni u slivu izvora Jadro. Najveći problem je slaba kontrola učinkovitosti rada izgrađenih uređaja i sustava. U skladu s praksom na našim područjima, može se pretpostaviti da se o tome ne vodi previše računa.

Nedostatak oborinske kanalizacije uzrokuje urbane poplave koje su kao nekontrolirano površinsko otjecanje prijetnja za ljude i njihovu imovinu te za vode, jer te vode ispiru onečišćenje istaloženo i odbačeno na poplavnim površinama (kruto, tekuće, plinovito) i odnose ga u podzemne vode izvora, rijeku i dalje u more. Kako sustav u većem dijelu područja nije izgrađen, onda je ovo očekivani proces kod svake veće kiše.

Ako oborinska kanalizacija nije izgrađena, tada je urbanizirana/izgrađena sredina raspršeni-nekontrolirani izvor onečišćenja voda i okoliša, a ako je, tada se tretira kao točkasti-kontrolirani izvor onečišćenja.

Za sada nema konkretnih investicijskih planova za gradnju oborinske kanalizacije na razmatranom području.

Difuzni – raspršeni izvori onečišćenja

U ovu kategoriju onečišćivača spadaju svi izvori onečišćenja koji se ne mogu kontrolirati primjenom sustava prikupljanja i pročišćavanja prikupljene onečišćene vode. To je recimo poljoprivreda, šumarstvo, ribarstvo, promet, odlaganje otpada, neadekvatni sustav upravljanja otpadom svih vrsta, eksploatacija mineralnih sirovina, iskopi i slične aktivnosti u prostoru.

Poljoprivreda

Na području Grada Solina u sektoru poljoprivrede, šumarstva i ribarstva zaposleno je oko 1 % ukupnog broja zaposlenih, odnosno oko 60 osoba, tako da se može reći da su prijetnje ovih izvora vrlo male.

Najveći broj parcela nalazi se pod maslinicima (njih 76) na ukupnoj površini od 17,5 ha. Slijede miješani trajni nasadi na površini od 6,55 ha, oranice na 3,63 ha, voćne vrste na 2,14 ha, staklenici na oranicama na 1,21 ha i vinogradi na 1,01 ha. Trend je smanjenje ukupnog broja poljoprivrednih parcela na račun urbanizacije. Slična situacija je i na pripadnom području Općine Klis.

Stočarstvo je slabo razvijeno što je i očekivano za sredine uz sama naselja. U 2018. godini na području Grada Solina je prema Registru Ministarstva poljoprivrede bilo ukupno 14 gospodarstava koji su imali ukupno 447 domaćih životinja, od kojih je najveći broj ovaca (288 jedinki). Prema zastupljenosti slijede koze (105 jedinki) i goveda (51 jedinka). Ovako mali broj grla stoke nije prijetnja okolišu niti vodama. Isto se može reći i za pripadno područje Općine Klis.

Šumarstvo

Šumarstvo nije razvijeno jer značajnijih šumskih resursa na razmatranom području nema. Borova šuma svako nekoliko godina strada u požarima. To je trend koji ugrožava prirodne značajke područja, slabi otpornost tla na erozijske procese te je stoga velika prijetnja za pojavu erozije zemljišta, gubitak tla te donos sedimenta u rijeku i dalje u more. Površine su relativno male, tako da je prijetnja mala, ali stalna, s tendencijom povećanja negativnih učinaka. Iza erodiranog tla ostaje golet i osiromašeno stanište s malim brojem vrsta i organizama.

Ribarstvo

Ribarstvo je od minornog značaja.

Eksploatacija mineralnih sirovina

Eksploatacija mineralnih sirovina na razmatranom području ima dugu tradiciju. Prema Popisu rudarskih gospodarskih subjekata s utvrđenim stanjem rezervi mineralnih sirovina na području Grada Solina, registrirana su dva eksploatacijska polja, oba smještena u podnožju planine Kozjak te su otvorena prema jugu:

1. Eksploatacijsko polje Osoje veličine 18,1 ha, na kojem se eksploatira tehničko-građevni kamen od 2004. godine – trgovačko društvo Asfalt AB d.o.o. Blaca
2. Eksploatacijsko polje Sv. Juraj – Sv. Kajo veličine 217,3 ha, na kojem se eksploatiraju mineralne sirovine za proizvodnju cementa od 1961. godine – trgovačko društvo Cemex Hrvatska d.d. Kaštel Sućurac.

Eksploatacija sirovina u slivnom području izvora Jadro je velika stalna prijetnja koja može poremetiti izdašnost i kakvoću vode izvora. Takovih aktivnosti u blizini izvora ne bi smjelo biti.

Otpad

U gradu Solinu prisutni su različiti sadržaji i aktivnosti koje se kreću od industrijskih i pomorskih do turističkih, stoga se i vrste proizvedenih otpada kreću od komunalnog do proizvodnog, opasnog i inertnog. Za područje Grada Solina izrađen je Plan gospodarenja otpadom za razdoblje 2017. – 2022. godine (ALFA ATEST d.o.o., srpanj 2017.), te je uveden sustav cjelovitog gospodarenja otpadom, pri čemu poslove sakupljanja miješanog komunalnog otpada provodi komunalno poduzeće Čistoća d.o.o. Split. Opasni otpad zbrinjava se po potrebi od strane ovlaštenog sakupljača opasnog otpada, tvrtke Cian d.o.o. Split.

Organiziranim sakupljanjem komunalnog otpada na području Grada Solina bilo je obuhvaćeno 23 926 stanovnika, odnosno 100 % stanovništva. Sav komunalni otpad se s područja Grada Solina odlaže na odlagalištu Karepovac. Do otvorenja CGO u Lećevici, Karepovac će i dalje ostati službeno odlagalište otpada za Grad Split, Omiš, Kaštela, Solin, Dugi Rat, Dugopolje, Klis, Marinu, Podstranu, Šestanovac i Zadvarje. Odlagališni prostor Karepovac obuhvaća reciklažno dvorište, u koje se privremeno odlažu reciklabilne komponente otpada, te odlagalište neopasnog otpada. Prema Prostornom planu Splitsko-dalmatinske županije, na području Grada Solina nije predviđena izgradnja pretovarne stanice.

Na razini Grada Solina odvojeno sakupljanje otpada se provodi djelomično. Odvojeno se prikuplja papir i karton, glomazni otpad, otpadne plastike, otpadno staklo i otpadne ambalaže, dok se ne provodi odvojeno sakupljanje biootpada, otpadnog metala, otpadnog tekstila, građevinskog otpada, EE otpada i drugih vrsta otpada. Očito je da se još dosta mora učiniti kako bi se ispunile preuzete obaveze. Veličina oporabe otpada je vrlo niska, zanemariva. Dosta tog je planirano, ali se sporo realizira. U ovakvoj situaciji za očekivati je da se dosta otpada nekontrolirano odlaže po otvorenom i zapuštenom zemljištu (uz put prema kavi Sv. Kajo i naselju Sv. Kajo, lokaciji uz pristupni put prema Mravinačkoj kavi te lokaciji Put Blaca). To je stalni izvor onečišćenja jer dio otpada sadrži i vrlo opasne tvari.

Područje tvornice Salonit d.d. u stečaju, iako djelomično sanirano i dalje predstavlja crnu točku u prostoru – lokacija visoko onečišćena opasnim otpadom. Naime, dio azbestno-cementnog otpada saniran je iz kruga tvornice, ali je još potrebno izvršiti sanaciju obalnog dijela nasuprot tvornice.

Promet

Prema strategiji prometnog razvoja Republike Hrvatske 2017. – 2030., područje Grada Solina sastavni je dio prometne funkcionalne regije Srednja Dalmacija. Također, pripada i aglomeraciji Split, u kojoj s ostalim pripadajućim gradovima i općinama čini jedinstveni prometni sustav, a prije svega s Gradom Splitom.

Područjem prolazi Jadransko-jonski cestovni koridor, kao jedini međunarodni koridor. Iako on nije službeni sastavni dio europske TEN-T mreže, od posebne je važnosti za cijelu RH, a posebno za NUTS2 regiju Jadranska Hrvatska te njezinu podregiju Dalmaciju. Koridor povezuje sedam zemalja – Italiju, Sloveniju, Hrvatsku, Bosnu i Hercegovinu, Crnu Goru, Albaniju i Grčku, glavne morske luke duž Jadrana – Trst, Kopar, Rijeku, Zadar, Šibenik, Split, Ploče, Dubrovnik, Bar, Drač, Igumenicu, Patras, Kalamatu, te brojne paneuropske koridore (V, Vb, Vc i VIII). U Bosiljevu, u Karlovačkoj županiji, ovaj koridor spaja se na paneuropski koridor Vb koji povezuje najveću hrvatsku luku Rijeku i mađarsku prijestolnicu Budimpeštu. U ovoj funkcionalnoj regiji smještena je većina cestovnih veza između Bosne i Hercegovine i morskih luka.

Promet je sve veći, a time i sve veće onečišćenja zraka, tla i voda. Materijali i tvari koje nastaju prometnim aktivnostima talože se na cestu i uz ceste i kišama bivaju ispirane i transportirane u vodne resurse. Vode glavnih prometnica se sakupljaju i pročišćavaju na mastolovima, međutim to je nedovoljno. Ostale kemijske i fizikalno-kemijske tvari odlaze s vodama u rijeku i dalje u more. Tvari koje se talože izvan prometnica za vrijeme kiša se ispiraju i nekontrolirano ispuštaju u podzemlje i površinske vode, rijeku Jadro i dalje u more. Promet je vrlo značajan, a s razvojem naselja i turizma će stalno rasti. Promet je izvor vrlo opasnog onečišćenja koje se u hranidbenom lancu akumulira u biocenozi, a time i u čovjeku. Posebno je opasan za pitke vode.

Sve veća prijetnja je aerozagađenje, taloženje zagađenja iz atmosfere i ispiranje za vrijeme kiša. Sve zagađenje završava u rijeci i na kraju u obalnom moru.

Korištenja tla kao pokretača pritiska na vode

Korištenje tla je zorni prikaz izvora i karaktera onečišćenja i time veličine pritiska i smanjenja sigurnosti okoliša i voda, a time i održivosti standarda življenja, odnosno društveno-ekonomskog sustava. Gradnja transformira prirodni okoliš područja Jadra u izgrađeni, zajedno sa svim brojnim posljedicama za čovjeka i okoliš te za održivost same urbanizacije. Prema prikazanim podacima (tablica 8, preuzeto iz Strateške procjene utjecaja plana) vidljivo je da su promjene u zemljišnom pokrovu i korištenju zemljišta značajnije između 2006. i 2012., nego između 2012. i 2018. godine. To se osobito odnosi na širenje građevinskih područja, koja su se u 2012. godini, u odnosu na 2006., povećala za gotovo 20 %, dok je u 2018. godini zabilježeno tek malo povećanje područja za eksploataciju mineralnih sirovina. Širenje građevinskih područja dogodilo se u centralnom dijelu Grada Solina, na štetu uglavnom poljoprivrednih površina sa značajnim udjelom prirodne vegetacije. Ostale promjene vezane su uz vegetacijski pokrov, a najviše su posljedica požara koji su se događali 2001., 2010. i 2017. godine. Iako na prikazu iz 2012. godine (tablica 8) nisu prikazana opožarena područja, nestanak crnogorične šume na padinama Kozjaka upravo je posljedica požara iz 2010. godine. Od 2006. do 2018. godine, na području Grada Solina nestalo je, tj. izgorjelo, gotovo 70 % crnogorične šume. Posljedično, povećao se udio površina s oskudnom, sklerofilnom i travnatom vegetacijom, tj. područja koja su zahvaćena sukcesijom. Također je zabilježeno sukcesivno širenje odlagališta otpada Karepovac na područje Grada Solina.

Tablica 8. Odnos površina (Strateške procjene utjecaja plana razvoja Solina)

Klasa	Površina (ha)		
	2006	2012	2018
ČOVJEKOM UTJECANE POVRŠINE	23,54%	27,01%	27,17%
Nepovezana gradska područja	588,5	690,8	690,8
Industrijski ili komercijalni objekti	77,4	100,3	100,3
Cestovna i željeznička mreža i pripadajuće zemljište	64,7	64,7	64,7
Mjesta eksploatacije mineralnih sirovina	122,0	121,6	127,4
Odlagalište otpada	0,0	0,6	0,9
PAŠNJACI I HETEROGENE POLJOPRIVREDNE POVRŠINE	5,7%	7,6%	7,6%
Mozaik poljoprivrednih površina	0,0	1,6	1,6
Pretežno poljoprivredna zemljišta sa značajnim udjelom prirodne vegetacije	206,3	274,5	274,2
ŠUME I ŠIKARE	48,9%	42,0%	42,5%
Bjelogorična šuma	613,9	569,1	569,1
Crnogorična šuma	289,6	118,6	92,7
Sukcesija šume (zemljišta u zarastanju)	799,8	834,1	770,1
Opožarena područja	67,9	0,0	108,7
GRMOLIKA I TRAVNATA VEGETACIJA	19,6%	21,1%	20,5%
Prirodni travnjaci	63,3	131,3	131,3
Mediterranska sklerofilna vegetacija	506,5	468,6	468,6
Područja s oskudnom vegetacijom	116,6	165,3	140,8
Gole stijene	24,7	0,0	0,0
VODENE POVRŠINE	2,2%	2,2%	2,2%
Mora i oceani	80,3	80,3	80,3

Povećanje površine u odnosu na prethodnu godinu
 Smanjenje površine u odnosu na prethodnu godinu

Glavno obilježje korištenja prostora na području Grada Solina je širenje površina pod utjecajem čovjeka: koncentracija industrijskih objekata i velikih infrastrukturnih objekata koji zauzimaju velike površine prostora Grada i onečišćuju njegov okoliš, niska razina urbaniteta, koja se očituje kroz nedostatak objekata i sadržaja gradske razine te kroz organizaciju i oblikovanje prostora koje mu daje obilježja industrijskog predgrađa, zatim nedostatak komunalne i urbane opreme, nezadovoljavajući odnos prema prirodnim resursima i spomeničkoj baštini, ekstenzivno korištenje prostora u cjelini, koje se iskazuje velikom zauzetom površinom, malom razinom opremljenosti infrastrukturom i malim intenzitetom korištenja radnih zona. Drugo obilježje je smanje zelenih površina, šuma, šikara, grmolike i travnate vegetacije, pašnjaka i poljoprivrednog zemljišta. Prirodne površine i staništa se smanjuju i mijenjaju, mijenjaju svoje uobičajene/autohtone značajke, što neminovno dovodi do promjene sastava i brojnosti bioloških zajednica i ukupnog stanja i sigurnosti ekosustava. Trend je negativan, a s klimatskim promjenama će se ojačati. Sve ove promjene u konačnici imaju utjecaja i na vode rijeke Jadro koje su zbog njih ugrožene. Osim lokalnih promjena, ne treba izostaviti i regionalne promjene koje mijenjaju biotop okoliša, kao što je to aerozagađenje nastalo zbog velike koncentracije ljudi, prometa i drugih izvora onečišćenja na rubnim područjima ovih površina. Kratkoročni klimatski šokovi te dugoročne klimatske promjene dodatno će pogoršavati sadašnje nepovoljno stanje.

Sve navedeno vrijedi i za općinu Klis i Dugopolje i druge općine u slivu izvora rijeke Jadro.

Zaključak

Na području Grada Solina evidentirani su intenzivni pritisci na tlo i prirodni zemljišni pokrov uslijed znatnog povećanja broja stanovnika u kratkom vremenskom periodu. Pritisci su posljedica širenja površina naselja, uključujući i infrastrukturu, onečišćenja intenzivnom poljoprivredom (plastenici) uz provođenje agrotehničkih mjera na nepovoljnom obradivom tlu, požari, divljih odlagališta otpada, aerozagađenje, promet te neprovođenja sustavnog gospodarenja otpadom i napuštenim nekretninama, osobito nesaniranim kamenolomima i tupinolomima.

Veće površine prirodnog zemljišnog pokrova i tla su pod rizikom od erozije uslijed sve učestalijih požara i poplava, kao posljedica, između ostalog, i klimatskih promjena.

Također, na području tvornice Salonit d.d. u stečaju, nalazi se crna točka u prostoru – onečišćeno tlo, što predstavlja i prepoznato je kao problem od državne važnosti.

12. *Zaštita od voda i mora*

Vode tradicionalno ugrožavaju ljude i njihovu imovinu te uzrokuju štete i gubitke ljudskih života. Na području sliva rijeke Jadro takvih poplava zadnjih nekoliko desetaka godina nije bilo. Razlog tome je potpuna regulacija toka rijeke Jadro, pritoka rijeke Jadro i obala ušća. Međutim, stalna urbanizacija kao i klimatske promjene stvaraju nove uvjete u kojima sadašnja rješenja možda neće biti dovoljna, posebno ako se ostvare prognoze o rastu srednje razine mora i velikih intenziteta oborina. Zato se ova tema mora ponovo analizirati te planirati potrebne mjere jačanja otpornosti.

Poplave

Osim rijeke Jadro, na razmatranom području postoje suha korita koja se aktiviraju kao bujice nakon obilnijih oborina. Preliminarnoj procjeni poplavnih rizika prikazana je na Slici 25a. Tada dolazi do brzog otjecanja sa slivova i stvaranja bujičnih tokova velike erozijske snage, pri čemu materijal nošen bujicom predstavlja dodatnu prijetnju ugroženom području i okolišu. Prema Preliminarnoj procjeni poplavnih rizika na slivovima Jadra (2009.) navedeno je kako rijeka Jadro u srednjem toku prima dva pritoka bujičnog karaktera na desnoj obali koja se formiraju na padinama Kozjaka, na potezu Rupotine – Klis, te nekoliko manjih na desnoj i lijevoj obali. Bujice Rupotina i Poklinovac/Ozrnja imaju razgranatu mrežu kanala koje se spajaju u glavno korito koje se ulijeva u rijeku Jadro pa tako zajedno s rijekom otječu kroz grad u more. Urbanizacija mijenja značajke sliva bujica kao i mrežu kanala, čime se stvaraju uvjeti za nekontrolirano otjecanje padinama Kozjaka do rijeke i to kroz sve gušću urbanu sredinu. To je prijetnja koja se stalno povećava kako se sliv i prirodni sustav odvodnje nekontrolirano modificira. Djelovanje bujica na okoliš i čovjeka je višeznačno i vrlo opasno.

Bujice duž svog toka zbog velikog nagiba dna korita ne plave velike površina niti stvaraju duboke poplave, Slika 25b i 25c. Voda se kreće velikom brzinom duž korita u pravcu rijeke, pri tome intenzivno erodirajući dno i obale korita. Kada se ispune vodom, voda se prelijeva i otječe strmim padinama

terena prema rijeci. Energijom toka, vode uništavaju sve prepreke i nanose velike štete na imovini, automobilima i svemu drugome što se može naći na njihovom putu do ravnih terena uz rijeku. Odnose i onečišćenje, otpad i druge odbačene ili odložene stvari i tvari u slivnom području. Na ravnom prostoru u udolini uzrokuju dublje plavljenje većih površina, taložeći nanos i sve ono što su transportirale iz sliva. Ometaju promet i funkcioniranje urbane infrastrukture, pune kanalizaciju i sustav odvodnje sedimentom i time je začepljuju, što uzrokuje dodatne štete kao što je izlivanje kanalizacije na prostore grada i prateće štetne zdravstvene i druge posljedice. Ukupno onečišćenje iz sliva završava u rijeci, a zatim i na ušću i u obalnom moru. Sanacija šteta je skupa i dugotrajna.

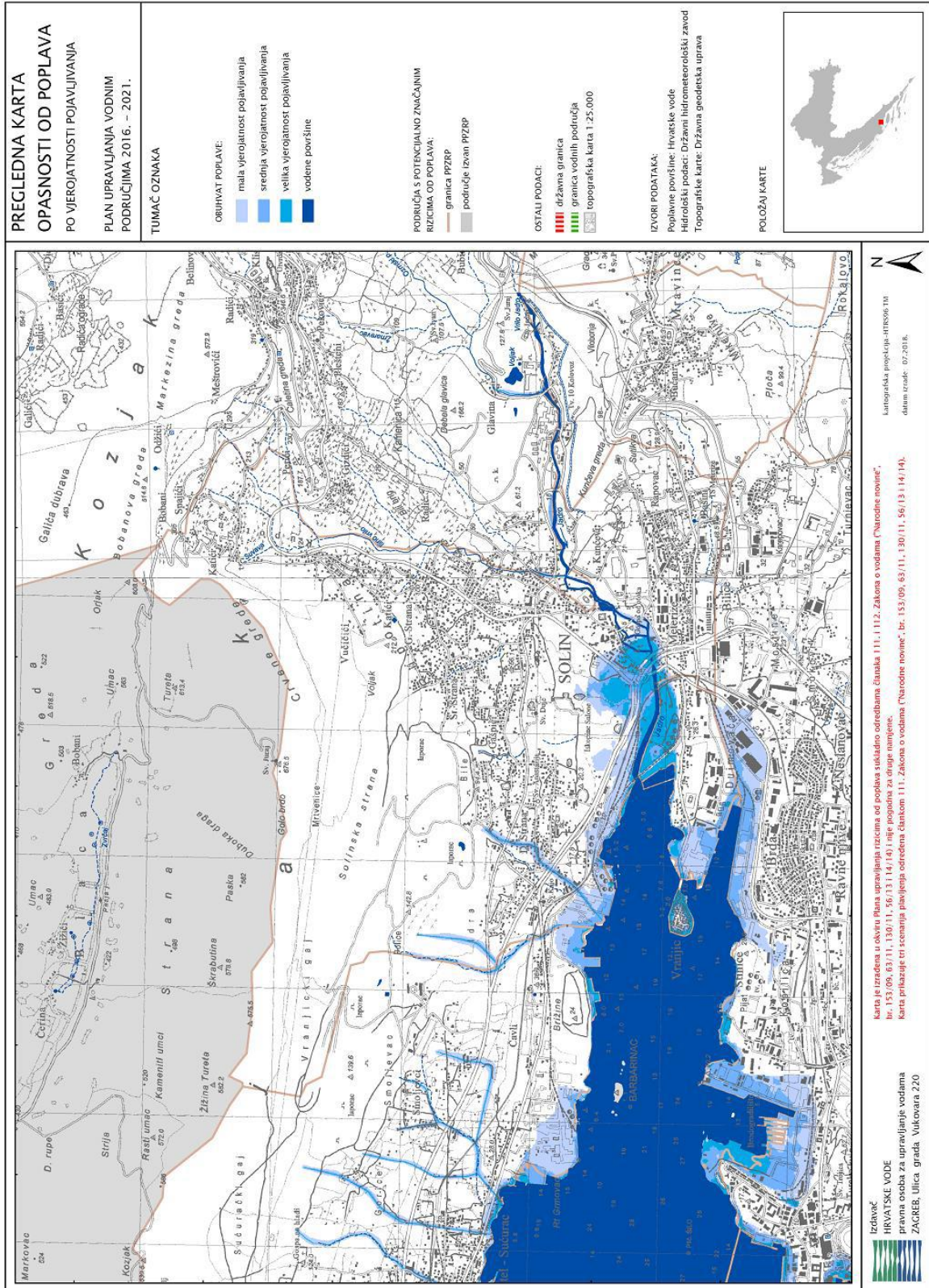
Najviše su ugrožena nizinska područja uz rijeku na kojima se akumuliraju vode iz brdskog sliva te vode iz rijeke. Prema Karti opasnosti od poplava (slika 25a), poplavama velike i srednje vjerojatnosti pojavljivanja ugrožen je veliki dio poluotoka Vranjic, osobito sjeveroistočni dio obale uz rijeku Jadro i širi krug oko prometnog čvora u centru Solina (niske zone), dok je čitavi obalni pojas naselja Sv. Kajo uglavnom pod utjecajem poplava srednje i male vjerojatnosti pojavljivanja. Prema Prethodnoj procjeni rizika od poplava izrađenoj od strane Hrvatskih voda, u okviru plana upravljanja vodama Jadranskog vodnog područja, obalno područje Grada Solina te dio grada od Gašpinih mlinica do mora je u najvećem dijelu svrstano u područje velikog rizika od poplava. Uzrok su sve veće vode s lokalnog sliva i rijeke Jadro te dizanje srednje razine mora i tim povezano dizanje razine podzemnih voda. Sve se akumulira u niskim zonama centra grada Solina koji je najugroženiji. Na ovoj karti (slika 25a) vidljivo je da bujice na padinama Kozjaka ne plave veće prostore kako je to i navedeno. Najveći uzrok poplavama na niskim obalama je rast srednje razine mora. Uzvodno uz rijeku najveći uzrok poplavama su olujna vremenska stanja s velikim količinama oborina. Koincidencija velikih voda rijeke Jadro uzrokovanih dotokom vode na izvoru, s olujnim vremenom u topografskom slivu te visokim razinama mora, najveća su opasnost za ljude, njihovu imovinu i okoliš. Vjerojatnost pojave ovih stanja do sada nije istraživano.

Sadašnje stanje obrane od poplava duž rijeke Jadro je zadovoljavajuće. Rijeka je regulirana, obale ojačane, a niski prostori prema ušću u cijelosti kanalizirani. Najveći problem su bujice i bujične vode koje još uvijek nisu zadovoljavajuće riješene. Problem je što nova urbanizacija mijenja hidrološki sustav i prirodni tok bujica, što uzrokuje kretanje voda padinama terena na kojem se nalaze stambeni objekti i urbana infrastruktura. Nekontrolirano kretanje vode strmim urbaniziranim terenima, ugrožava sve što se nalazi na putu njenog kretanja, erodira zemljište, a može dovesti do stvaranja klizišta i time velikih opasnosti i šteta. Klimatske promjene i daljnje promjene u slivu stalno će pojačavati ove opasnosti i negativne efekte za ljude i njihovu imovinu kao i za standard življenja.

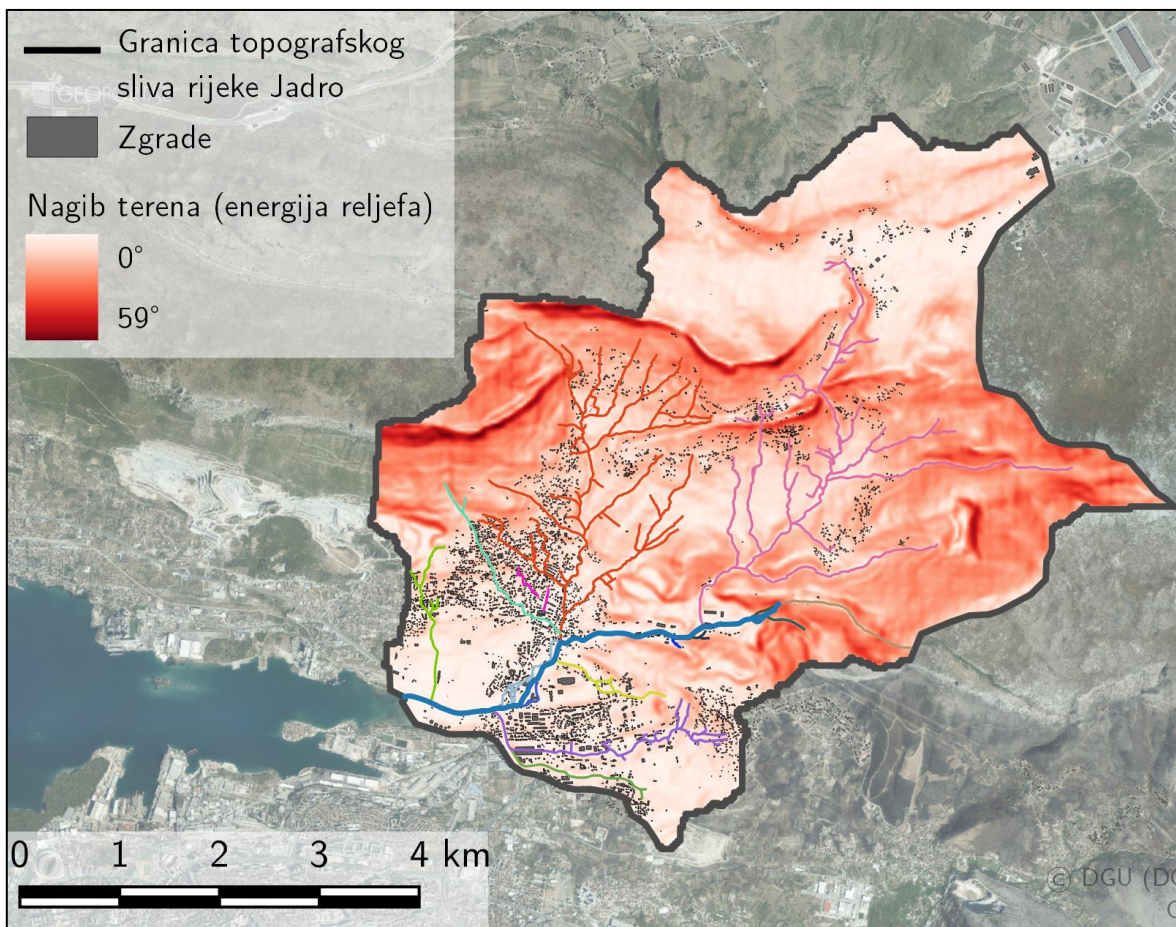
Od poplava je sve više zbog nedovoljne izgradnje sustava odvodnje voda ugrožena kulturna baština, Salona, Gospin otok i Šuplja crkva i svi povijesni lokaliteti i objekti u niskim obalnim zonama, te uz rijeku Jadro i bujice. Većina je već danas ugrožena, a s klimatskim promjenama će biti još i više. Štete bi mogle biti jako velike jer je veći prostor Salone ugrožen (slika 25a).

Zaštita od voda podrazumijeva i zaštitu od egzogenih – površinskih procesa uzrokovanih vodama koji devastiraju tlo i objekte koji se nalazi na njihovom putu. Ovi procesi oblikuju reljef: padinski, fluvijalni,

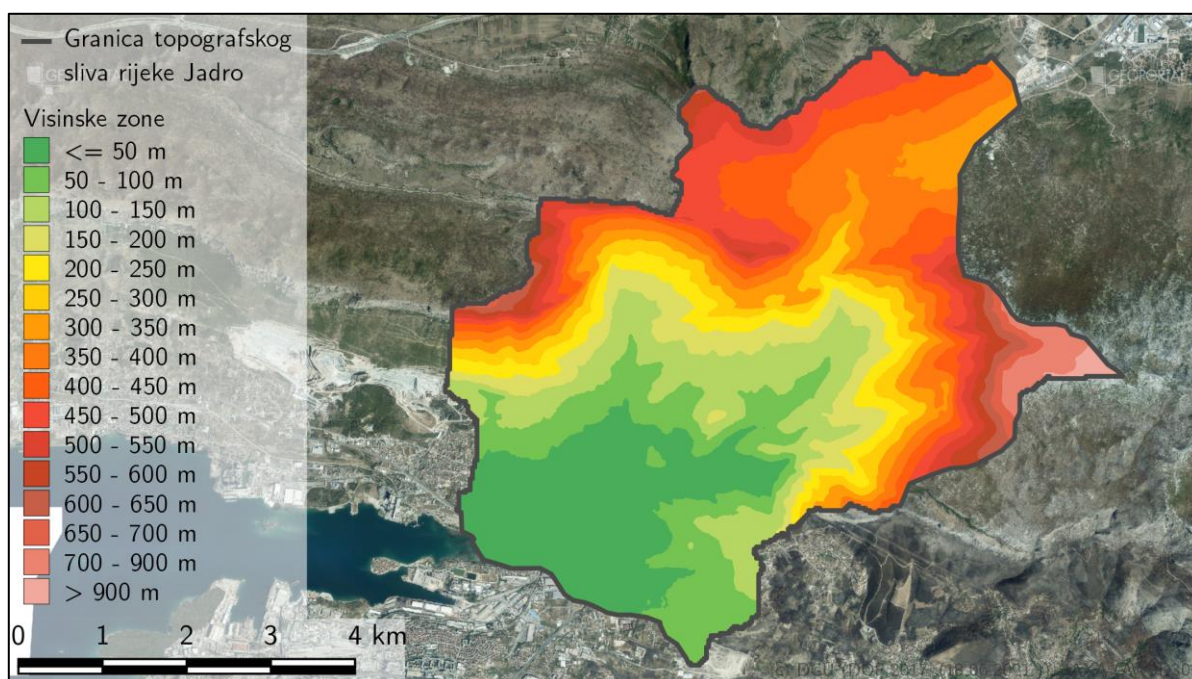
marinski te krški. Trošenjem, stijene se pretvaraju u rastresiti materijal, što dovodi do velike erozije padina. To se nastavlja s erozijom korita i obala, te stvaranje klizišta i odrona koji ugrožavaju izgrađeno područje grada. Teren je strm, a time i veliki rizik od erozije i voda (slika 25b i 25c). Klimatske promjene će pojačati sve ove procese jer će jačati jačina i varijabilnost oborina, a temperature će rasti pa će zbog erozije i suše vegetacija biti sve manja. To je problem koji se do sada vrlo malo obrađivao, a predstavlja veliku prijetnju gradu i vodama.



Slika 25a. Karta opasnosti od poplava (izvor: Hrvatske vode)



Slika 25b. Karta energije reljefa (autor Frane Gilić)



Slika 25c. Karta visinskih zona (autor Frane Gilić)

Odvodnjavanje zemljišta

Odvodnjavanje – drenaža zemljišta radi snižavanja vlažnosti terena nije od značaja na razmatranom području. Teren je vrlo propustan i brzo gubi vodu, tako da nema potrebe za implementacijom mjera odvodnjavanja zemljišta.

Poplave uzrokovane morem

Zaštita morskih obala i obalne infrastrukture od utjecaja mora na širem području ušća je zapuštena, a jednim dijelom je riješena kroz investicije industrijskih postrojenja koja se nalaze na tom prostoru. Manje rijetke zone su ostale donekle u prirodnom stanju, a na njih more i vode za sada nemaju značajniji utjecaj. To su jedini raspoloživi potencijali za obnovu obalne biološke raznolikosti rijeke Jadro koja je bila dosta raširena na ovim prostorima prije 1945. godine i početka velike industrijalizacije obalnog područja Solina. Za sada slabo održavanje obalnih objekata najveća je prijetnja njihovoj održivosti. Međutim, sve se može promijeniti nagore ako se ostvare prognoze o rastu srednje razine mora. U tom slučaju sve niske obale na području Kaštelanskog zaljeva su ugrožene od poplava i djelovanja mora (naleta valova na obale) pa i šire područje ušća rijeke Jadro.

13. *Suše i toplinski valovi*

Suše su dulje razdoblje bez oborina, vlage u tlu i malih količina podzemnih i površinskih voda. Razlikujemo meteorološke suše (periodi bez oborina), hidrološke suše (periodi bez vode ili s malim zalihama vode u vodnim resursima), poljoprivredne suše (periodima bez dovoljne vlažnosti tla), društveno-ekonomske suše (bez dovoljnih opskrbnih količina vode), ekološke suše (bez potrebne vlage i vode na nekom prostoru za održavanje biocenoze). Svi ovi tipovi suša su značajni za razmatrano područje. Izmjene intenzivnih suša i oborina su pokretač erozije i kretanja tla.

Toplinski valovi dodatno pojačavaju suše uzrokujući gubitke vode zbog isparavanja s vodnih površina te putem evapotranspiracije iz tla.

Produljenje sušnih razdoblja u ljetnom periodu uočava se duž južne obale Jadrana (vrijednosti do 24 % u 10 godina). Trend sušnih razdoblja je duž južne obale Jadrana najizraženiji u ljetnim mjesecima, što negativno utječe na poljoprivrednu proizvodnju i stanje vodoopskrbe te stanje okoliša, a posebno vodnih ekosustava. Povećanje srednje sezonske temperature zraka te niska vlažnost u kombinaciji sa sušnim razdobljima stvaraju povoljne vremenske uvjeta za nastanak požara. Prema Procjeni rizika od požara otvorenog tipa, područje Splitsko-dalmatinske županije pripada u područje vrlo velike potencijalne opasnosti. Jedan takav požar pogodio je 17.7.2017. godine naselja Mravince i Kučine na području Grada Solina zbog čega je bilo proglašeno stanje elementarne nepogode.

Za sada na razmatranom području nema nekih službenih programa ili planova za obranu od suša. Zapravo ovaj projekt je možda jedan od prvih koji će se ozbiljnije baviti ovom problematikom. To znači da na ovim prostorima ne postoje ni objekti ili regulativne građevine kojima se upravlja sa sušama. Nema sustava za akumuliranje voda, transport voda, održavanje vlažnosti tla itd. Jedni sustavi za održavanje vlažnosti su održavanje zelenih površina korištenjem vode iz vodovoda. Voda iz rijeke i njenih pritoka se za sada nije planirala organizirano koristiti za borbu protiv suša. To isto vrijedi za oborinske vode i pročišćene otpadne vode.

Jedino se kroz kontrolu uzimanja vode na izvoru rijeke Jadro nastoji očuvati ekološki sustav rijeke. Ograničava se dnevni minimum u koritu na mjesečni prosječni veličinu od 2 m³/s. Veliko je pitanje hoće li će se isto moći ostvariti u klimatski nesigurnoj budućnosti.

Zaključak

Na globalnoj razini zabilježeni su trendovi smanjenja emisija stakleničkih plinova, za koje se pretpostavlja da će se i nastaviti uslijed korištenja novih tehnologija s manje emisija, strožih standarda za kvalitetu goriva, smanjenja potrošnje goriva i energenata te unaprjeđenja sustava gospodarenja otpadom (smanjenje emisija CH₄). Spomenuti trendovi nisu izraženi na razini RH, pa tako ni na razini Grada Solina, što znači je na lokalnim razinama potrebno više ulagati u spomenute tehnologije i sustave upravljanja.

Trendovi u klimatskim promjenama ukazuju na pojavu učestalijih i snažnijih ekstremnih vremenskih prilika s razornijim posljedicama na okoliš. Na lokalnoj razini očekuje se porast srednje godišnje temperature, uz povećanje vrijednosti maksimalnih temperatura zraka, što će se odraziti na porast sušnih razdoblja u ljetnom periodu (smanjenje padalina do 0,3 mm/dan ljeti) s negativnim utjecajima na poljoprivrednu proizvodnju i stanje vodoopskrbe te porast rizika od požara, osobito jer Solin spada u područje vrlo velike potencijalne opasnosti od požara otvorenog tipa. Također se očekuje trend smanjenja broja hladnih dana, uz porast količine padalina do 0,2 mm/dan zimi. Očekivani porast srednje razine mora do 10 cm potencijalno ugrožava veliki dio poluotoka Vranjic, širi krug oko prometnog čvora u centru Solina, te čitav obalni pojas naselja Sv. Kajo.

14. *Zaštita od nepovoljnih vremenskih pojava – nevremena*

Nevremena su sve češća pojava ili nam se barem tako čini. Naime, zbog promjena u demografiji stanovništva i korištenja složenije vremenski osjetljive infrastrukture, stanovnici obalnih područja su danas osjetljiviji nego ikad prije na oštre vremenske promjene i događaje uzrokovane tornadima, uraganima, jakim olujama, vrućinama i zimskim vremenom. Zbog toga od nadležnih institucija zahtijevaju bolju zaštitu, od pripreme do sanacije nakon što nevrijeme prođe. Za sada se na

razmatranom području ništa značajnije ne događa vezano uz zajednički pristup problemu koji se sve češće javlja. Sve je prepušteno pojedinim institucijama i tvrtkama da same rješavaju ovu problematiku. Važno je znati da sve veća urbanizacija i naseljavanje značajno pojačavaju opasnost i potencijalne štete.

Nepovoljna i oštra vremenska stanja direktno pojačavaju i tehnološke opasnosti. *Tehnološke opasnosti* uključuju ispuštanje opasnih tvari – kemikalija, otrovnih tvari, benzina i nafte, nuklearnog i radiološkog materijala, zapaljivih i eksplozivnih materijala, u obliku plinova, tekućina ili krutina – koje utječu na ljudsko zdravlje i sigurnost, okoliš i/ili lokalno gospodarstvo. Takve opasnosti postoje tijekom proizvodnje, skladištenja, transporta, korištenja i odlaganja i mogu negativno utjecati na more, sustave podzemnih voda, potoke, rijeke, poljoprivredna polja, pa čak i na urbana područja. Na području rijeke Jadro za sada je najveća prijetnja promet i transport opasnih tvari. To je stalna prijetnja koja se pojačava za vrijeme nevremena. Može imati katastrofalne posljedice na stanovništvo i ekonomiju šireg područja Kaštelanskog zaljeva od Trogira do Podstrane ako se primjerice onečisti voda izvora rijeke Jadro ili vode rijeke Cetine i time ugrozi vodoopskrba. Transport koji se odvija u topografskom slivu rijeke Jadro, odnosno prometnicama u neposrednoj blizini rijeke, velika je potencijalna opasnost za prirodne značajke rijeke Jadro i Kaštelanski zaljev. Havarije na moru se neposredna opasnost za obalno more i more u cjelini na području Kaštelanskog zaljeva.

Prognoze promjena klime navode da će se osim stalnog postepenog trenda promjena događati i češće i sve veća ekstremne promjene vremenskih stanja. To je za razmatrano područje velika prijetnja.

15. *Zaštita od erozije zemljišta*

Koliko je poznato, na razmatranom području se ne provode neke organizirane protuerozijske aktivnosti niti postoje neka rješenja. S tim ciljem nisu izrađeni planovi niti projekti koji bi se mogli realizirati. Ponešto se navodi u planovima upravljanja vodama te strategiji zaštite zemljišta od erozije.

Jedina protuerozijska mjera koja je cjelovito provedena je zaštita obale rijeke i bujica betoniranjem korita vodotoka te obalnih utvrda.

16. *Zaštita od požara*

Zaštita od požara je dio sustava civilne zaštite. U sklopu njenih aktivnosti planiraju se mjere i aktivnosti kao i izrada dokumentacije. Koliko je vidljivo, na razmatranom prostoru nema nekih posebnih objekata koji su u službi zaštite od požara. Sve se rješava klasičnim načinom i intervencijama kada se pojavi požar. Ovisno o veličini požara, angažiraju se snage za gašenje požara, kopnene i zračne. Detalji o planovima jačanja otpornosti na požar nisu nam poznati.

17. *Zaštita prirodnih funkcija vode*

Aktivnosti zaštite prirodnih funkcija vode nisu namjenski realizirane, osim što su proglašena zaštićena vodna područja i time zabranjene intervencije na vodama i određena korištenja. Provedba mjera se nedovoljno kontrolira tako da se planirana zaštita cjelovito ne ostvaruje.

Kod svih dosadašnjih regulacijskih radova, o zaštiti prirodnih funkcija vode nije se vodilo računa, te su ekosustavi voda uglavnom devastirani pa su stoga i usluge ekosustava vrlo male.

Stanje prirodnog okoliša identificira se nizom abiotičkih i biotičkih čimbenika koji određuju značajke životnih zajednica koje obitavaju na nekom prostoru. To se odnosi i na vode. Rijeka je u gotovo čitavom svom toku proglašena područjem ekološke mreže, gdje je spomenuta pastrva ciljna vrsta zaštite. Pored solinske mekousne pastrve, glavočić crnotrus, glavočić vodenjak i riječna babica, strogo su zaštićene vrste sukladno Pravilniku o strogo zaštićenim vrstama (NN 144/13, 73/16). Na manjoj površini uz rijeku Jadro nalaze se stanišni tipovi trščaci, rogozici, visoki šiljevi i šaševi (kod A.4.1. prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa), staništa na popisu ugroženih i rijetkih stanišnih tipova od nacionalnog i europskog značaja zastupljenih na području RH. Na obalama rijeke također se mogu naći primjerci i drugih zaštićenih vrsta flore i faune. Strategijom razvoja rijeka Jadro planirana je kao fokus turističkog razvoja baziranog na prirodnoj baštini, te zona rekreacije. Također se na njenom toku planira i izgradnja malih hidroelektrana, a na samom ušću i marina.

Sav tok rijeke koncentriran je u jedno korito što nije prirodno stanje rijeke koja je imala više rukavaca i otočića na kojima je obitavala bogata flora i fauna. Prirodno ušće je nestalo i regulirano. Regulacija donjeg toka s isušivanjem Blata započeta je 1878. godine te je intenzivnije nastavljena poslije 1945. godine. S obzirom na sve intervencije, ukupno ekološko stanje rijeke ocijenjeno je *lošim, prvenstveno kao odraz njena hidromorfološkog stanja*. Za donji tok rijeke zabilježena je *devastacija područja* sa zamijećenom anoksijom sedimenta. To je zona u kojoj nedostaje kisik kao posljedica trošenja zbog dotoka i razgradnje organskih tvari koje rijekom dotječu u more.

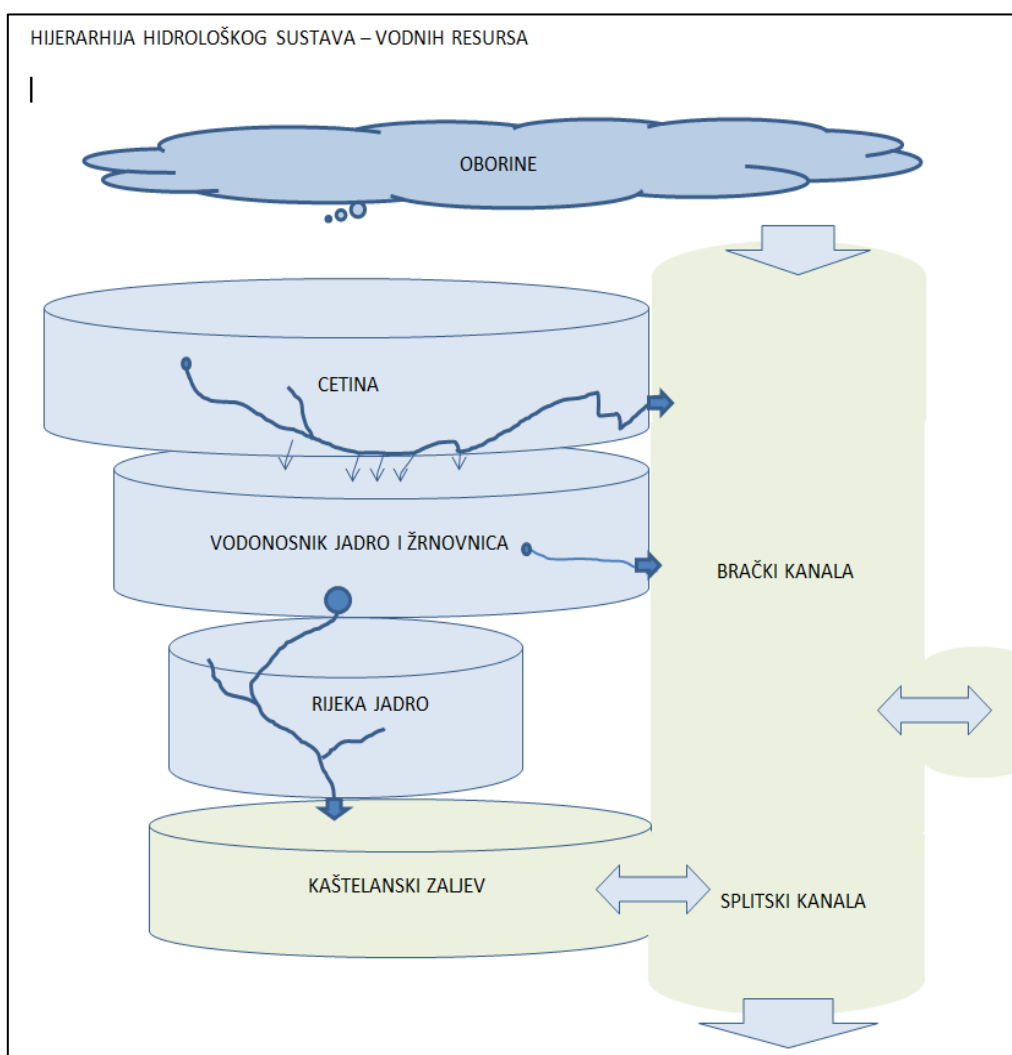
Iz ovog kratkog prikaza jasno proizlazi da je rijeka Jadro u najvećem dijelu *izgubila svoje prirodne funkcije* te je bliže urbanom vodotoku nego prirodnom vodotoku. Daljnje naseljavanje, urbanizacija i razvoj privrede samo će nastaviti sve dosadašnje negativne trendove ako se nastavi sa sadašnjom praksom regulacije zahvata u prostoru. Staro prirodno stanje se ne može u cijelosti vratiti, ali se na mnogim segmentima rijeke uz manje modifikacije, renaturalizaciju, stanje može bitno popraviti i time ojačati sigurnost okoliša na rijeci. Isto vrijedi i za slivno područje unutar kojeg se boljom planskom gradnjom i uređenjem prostora može značajno unaprijediti, tj. naturalizirati, sustav otjecanja vode i biocenoza tih prostora. Radi se o obnavljanju prirodnog hidrološkog i biološkog ciklusa na razmatranom

području. To bi imalo veliki učinak na zdravlje ljudi i uvjete življenja. Ukupan standard življenja i društveno-ekonomska održivost bi se ojačala. Sve se može do neke mjere popraviti boljim upravljanjem prostorom dajući vodi prostora da podržava biocenozu – ekosustave i biološku raznolikost područja rijeke Jadro.

18. Status i trendovi hidroloških procesa (J.Margeta)

19. Hijerarhija hidrološkog sustava

Na slici 26 prikazana je koncept hijerarhije hidrološkog sustava rijeke Jadro, odnosno hijerarhija vodnih resursa.



Slika 26. Hijerarhija hidrološkog sustava

Hidrološki krški sustav rijeke Jadro ima jasno izraženu hijerarhiju voda. Vanjski sliv čine vode rijeke Cetine koja se na jednom dijelu prelijeva u podzemlje i podzemnim putem dotječe u vodonosnik Jadra. Isto tako i druge površinske vode s područja sliva Cetine podzemnim tokovima u određenoj mjeri dotječu u vodonosnik Jadra. Voda iz vodonosnika istječe na izvoru Žrnovnica i otječe u more Bračkog kanala, te na izvoru Jadro gdje otječe kao rijeka Jadro u more Kaštelskog zaljeva. More Kaštelskog

zaljeva je u kontaktu (izmjeni voda) s Bračkim i Splitskim kanalom, a oba s otvorenim morem Srednjeg Jadrana. Granice sustava nisu u cjelini poznate (otvorene), kao ni granice pojedinih hidroloških cjelina – podsustava, kao ni veze među njima. Granica prema moru, koji je konačni prijemnik svih kopnenih voda, isto tako nije u cjelini poznata niti definirana. More je na velikom priobalnom prostoru u kontaktu sa slatkim vodama i utječe na njihov visinski položaj (srednja razina mora, plima i oseka). Glavni *ulaz* u sustav su oborine koje padaju na sve dijelove površine sliva. Vode koje infiltriraju u podzemlje (I) rezultat su odnosa veličina oborina (P) i veličine evapotranspiracije (ET) u pojedinim vremenskim periodima. Glavni *izlazi* iz sustava su rijeke Cetina, Žrnovnica i Jadro, te niz manjih ili većih podzemnih istjecanja u obalno more. Sustav je složen i nepoznat i kao takav složen za upravljanje. Ako se želi pouzdano i učinkovito upravljati sustavom ili nekim njegovim dijelom, uvijek se mora sagledavati cjelovito – integralno, bez razlike na trenutno raspoložive informacije i znanje.

Prikazana hijerarhija sustava je osnova za analizu stanja i procesa u sustavu *hijerarhije pritiska i stanja* – ukupnih promjena u sustavu, *količinskog i kakvoće* voda, režima količina i kakvoće voda, utvrđivanje relevantnih indikatora osjetljivosti i kapaciteta prilagodbe klimatskim promjenama. Pritisak se prirodnim procesima uvijek prenosi s više na niže hijerarhijske razine, osim u odnosu na more, koje ima tu sposobnost da kao zadnji u hijerarhiji, ali kao morska voda, utječe na više hijerarhijske razine slatke vode koje plutaju na morskoj vodi. Utjecaj je najznačajniji kod bočatih – prijelaznih voda.

Klimatske promjene će mijenjati režim oborina (P) i temperature (T) i time ulaz u sustav, a promjene srednje razine mora donju granicu sustava, pa time stanje i režim voda u sustavu. Krški vodni resursi imaju svoje specifične karakteristike koje definiraju osjetljivost voda i kapacitet prilagodbe promjenama, odnosno ranjivost režima voda, vodnih ekosustava i svih drugih korištenja voda. Poznavanjem ovih karakteristika omogućava se definiranje mjera za jačanje otpornosti i prilagodbe unutrašnjim (antropogenim) i vanjskim (klimatskim) promjenama koje se događaju u sustavu. O tome će biti više govora u posebnom poglavlju.

Predmet projekta je područje rijeke Jadro koje ima svoj obrazac i hijerarhiju drenažnih voda u topografskom slivu rijeke (slika 27). Hijerarhija voda topografskog sliva pomaže u analizi procesa koji se odvijaju u slivu i koji određuju stanje i ranjivost voda na određenoj razini sustava.

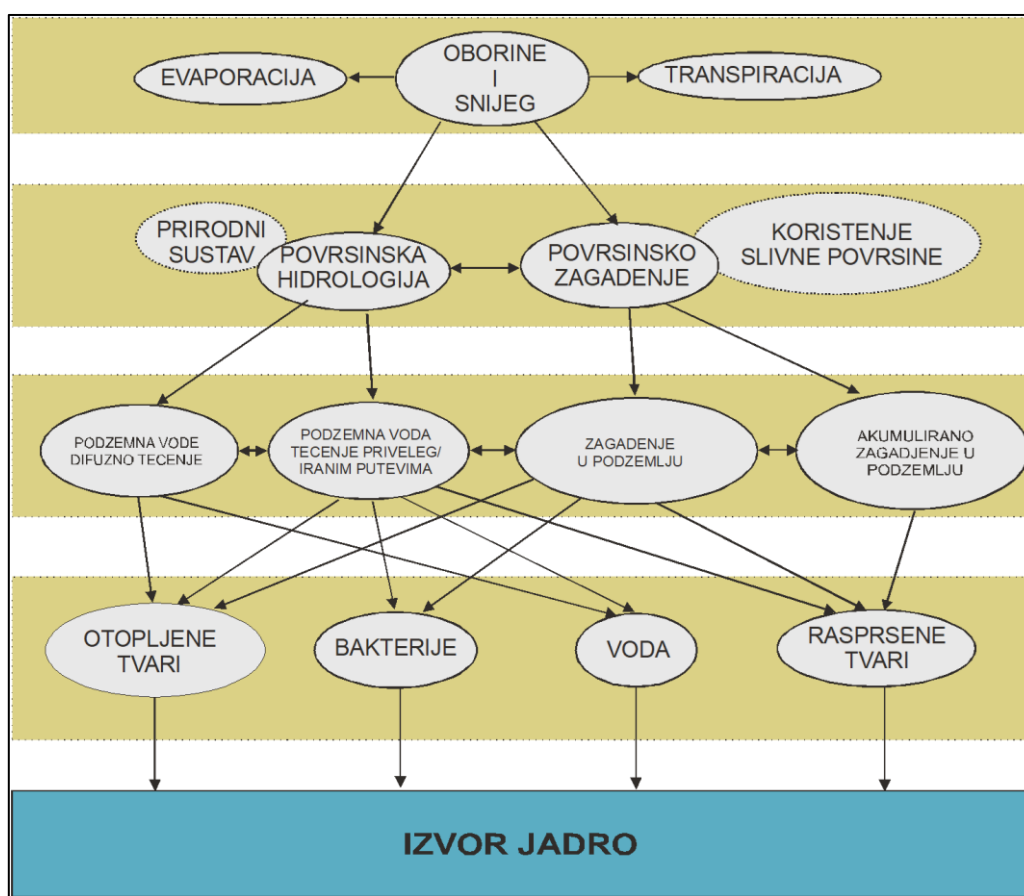
Prikazana hijerarhija jasno prikazuje odnose u sustavu i ranjivost pojedinih dijelova sliva i dionica rijeke. Dio br. 1 je područje izvora Jadro koje je pod utjecajem voda izvora, odnosno svih uzvodnih dijelova hidrološkog sustava (slika 26). Ova dionica je ulaz u sustav rijeke Jadro. Ovaj ulaz je stalan, u kišnom i sušnom periodu godine, dok su svi lokalni ulazi nizvodno od izvora uglavnom povremeni i javljaju se u vrijeme kiša. Pritoka Ozrnja je dio sliva – podsustav, cjelina br. 2, koji donosi promjene u količini i stanju voda u vodotoku, a koje se manifestiraju na svim nizvodnim dionicama, te najviše na neposrednoj nizvodnoj dionici br. 3. Sljedeće značajne promjene donosi pritoka Ropotine, cjelina br. 4.

Pritoka dodatno utječe na stanje voda na svim nizvodnim dionicama, a najviše na užem području grada, cjelina br. 5. Na početku prijelaznih voda, pritoke s lijeve obale, cjelina br. 6, dodatno utječu na prijelazne vode nizvodno od mostova, cjelina br. 7. Na kraju dionice br. 7, s desne strane se javlja bujica koja se ulijeva u rijeku na samom ušću, cjelina br. 8. Sve vode se na kraju ulijevaju u obalno more, cjelina br. 9. Temeljem ovakve podjele sliva moguće je analizirati utjecaje pojedinih cjelina sliva na stanje voda u rijeci i dalje nizvodno u moru. Cjeline se razlikuju po veličini, namjeni površina, aktivnostima u slivu i time po veličini pritisaka koje generiraju u odnosu na prijemnik njihovih voda. Vidljivo je da najveće promjene količina vode uzrokuju cjeline – podsustavi 2 i 4, s time da je podsustav 2 još uvijek uglavnom prirodno zemljište s udjelom poljoprivrednog zemljišta, dok je podsustav 4 uglavnom nepovezano do značajno povezano gradsko područje. To definira i karakter tvari koje ove cjeline transportiraju u vodotok. Podsustavi – cjeline 5, 6 i 8 su nepovezano do značajno povezano gradsko područje. Jedino su površine podsustava 1 i donekle 3 travnjaci s prirodnim biljnim pokrovom koje značajnije ne mijenjaju količinski režim i kakvoću voda. Prema tome, jasno je da su podsustavi 1 i 3 potencijalno ekološki najvrjednije površine koje je moguće braniti i jačati. To se može donekle reći i za podsliv 2 u kojem urbanizacija nije značajno napredovala, tako da se biljni pokrov i prirodni režim voda može sačuvati. Svi ostali dijelovi topografskog sliva već su sada značajno promijenjeni i na njihovom području se jedino nizom manjih zahvata može poboljšati stanje u smislu jačanja ekološke/biološke komponente sliva te očuvanja prirodnog režima otjecanja voda. Time bi se zaustavio negativni trend promjene režima voda u slivu kao i u rijeci i u obalnom moru.



Slika 27. Obrazac i hijerarhija drenažnih voda u topografskom slivu rijeke

Veza između hidrologije (količine voda) i kakvoće vode u sustavu je složena i popraćena nizom fizikalnih, bioloških i kemijskih procesa koji se mogu pojednostavljeno prezentirati kao na slici 28. Prikaz se odnosi na izvor Jadro, ali vrijedi i za rijeku Jadro kao i hidrološki sustav u cjelini. Mehanizam stvaranja kakvoće vode je različit u pojedinim dijelovima hidrološkog sustava shodno njegovim značajkama. Trenutno stanje određuju podaci monitoringa količina i parametara kakvoće vode shodno raspoloživosti podataka. Stvarno stanje nije nikada poznato jer su informacije parcijalne, ograničene i opterećene greškama mjerenja i interpretacije. Analizom stanja u slivu i stanja u vodnim resursima moguće je procijeniti trend promjena, osjetljivost voda na promjene u slivu i ranjivost voda. Površine, recimo urbane, generiraju veće i raznovrsno onečišćenje sliva, dok prirodne značajno manje. Zato urbanizacija sliva i društveno-ekonomske aktivnosti u slivu neminovno rezultiraju povećanim pritiskom na dobro stanje voda. U slučaju rijeke Jadro isto je dobro poznato. O svemu ovome bit će govora u posebnom poglavlju analize stanja i promjena, te osjetljivosti sustava.



Slika 28. Koncept sustava veze između hidrologije i kakvoće vode izvora Jadro

20. Proces u slivu i utjecaj na vodni sustav rijeke

U slivu, kao i u samoj rijeci, odvija se niz prirodnih procesa koji imaju utjecaja na režim voda, na njezinu količinu i kakvoću. Najznačajniji su površinski/egzogeni procesi erozije, sedimentacije i akumulacije tvari i krutina. Vode i procesi trošenja stijena u slivu stalno stvaraju i za vrijeme kiša transportiraju rastresiti materijal/sediment u rijeku, kojom se on odnosi na fluvijalna nizinska područja gdje se

formira delta rijeke, a time i pješčani plićaci i sprudovi koji oblikuju morfologiju ušća i dna mora. Trošni materijal, urušavanje i osipanje stijena i zemljišta padinskim procesima na padinama Kozjaka je tijekom povijesti formirao teren oko rijeke Jadro i obale mora. S obzirom na to da su obale mora kao i rijeke regulirane i učvršćene (betonirane), sediment se danas transportira na samo ušće i more oko ušća gdje nastavlja oblikovati obalnu crtu kao i nekada. Prirodni procesi koji su oblikovali obalu i teren na području ušća bili su značajni u davna vremena prije dolaska Rimljana, kada je na ovim prostorima živjelo relativno malobrojno stanovništvo. Razvojem rimskog grada Salone, područje delte se postepeno počelo mijenjati i regulirati shodno potrebama razvoja grada. Brzi proces promjena se dogodio poslije Drugog svjetskog rata kada se ovo područje počelo intenzivno naseljavati i urbanizirati. Promjene se događaju na samoj obalnoj crti, ali daleko najviše u slivnom području rijeke. Te promjene mijenjaju prirodni režim rijeke, količinski, ali i kakvoću vode, te površinske procese i režim sedimenta čime se mijenjaju abiotičke značajke ekosustava područja rijeke Jadro, odnosno biološka raznolikost. To su unutrašnji generatori promjena značajki sliva. Vanjski generator promjena je klima koja se sve više mijenja i koja će dovesti do promjena stanja i režima voda u hidrološkom sustavu rijeke, stanja i promjene egzogenih procesa na padinama Kozjaka, obalama mora, u kršu i vodotocima. Kako se procesi istovremeno odvijaju unutar ekosustava grada, a vanjski prenose u grad, mijenja se stanje urbane ekologije i time utjecaji na zdravlje i na društvene i ekonomske aktivnosti u urbanom području.

Poslije Drugog svjetskog rata na ovim prostorima započela je intenzivnija urbanizacija koja se posebno ubrzala nakon Domovinskog rata i koja traje i danas. Ona u cijelosti mijenja značajke unutar topografskog sliva rijeke Jadro kao i samu rijeku, morfološki, hidrološki i ekološki. Rijeka, zajedno s pritocima, ubrzano ali sigurno postaje urbani i značajno izmijenjeni vodotok koji je integralni dio urbanog ekosustava. Topografski sliv zbog urbanizacije koja se širi do rubova sliva postepeno ubrzano postaj izgrađeni sliv koji transformira prirodni režim otjecanja površinskih voda i trošnog materijala u urbani sustav odvodnje oborinskih voda. Koeficijent otjecanja ubrzano raste, a time i količine i brzina kretanja površinskih/oborinskih voda, odnosno rušilačka snaga voda. Površinske vode koje dotječu u rijeku sve su manje prirodne, a sve više urbane oborinske vode. To znači da prirodni sastav/kakvoća voda postepeno poprima značajke i kakvoću tipičnih urbanih oborinskih voda što bitno mijenja kakvoću rijeke Jadro kao i obalnog mora i u konačnici Kaštelanskog zaljeva.

Jače i veće otjecanje voda i erozija urbanih površina na padinama Kozjaka sve je češća kod većih kiša, a time i nekontrolirano odnošenje raznovrsnog manje ili više opasnog materijala i tvari (otpada, raznih otpadnih tvari krutih i tekućih, sedimenta itd.) po urbanom prostoru i na kraju u rijeku Jadro i more Kaštelanskog zaljeva. Sve to skupa ugrožava standard življenja, imovinu i zdravlje ljudi. Veliki je problem što urbanizaciju prostora ne prati odgovarajuća gradnja infrastrukture odvodnje oborinskih i otpadnih voda, sustava prikupljanja i odvoza otpada, te uređenja površinskih voda i protuerozijske mjere tako da je izloženost okoliša štetnom djelovanju urbanih voda velika. Kapacitet prilagodbe prostora na nastale promijene otjecanja voda je mali jer se radi o relativno strmom flišno-vapnenačkom terenu koji je na flišnim podlogama vodonepropustan. Energija toka vode je velika, a time i prijetnja od voda i trošnog materijala (Slika 25b). Performanse postojećeg sustava odvodnje su nedovoljne za rastuće količine voda koje se generiraju u slivu, te je stoga ranjivost topografskog sliva velika, a time i rizik za ljude i njihovu imovinu kao i rizik za ekosustave povezane s vodama.

Jačina negativnih promjena u samom vodotoku ovisi o veličini miješanja oborinskih voda i vode rijeke Jadro koja dotječe s izvora Jadro. Vode s izvora daleko su bolje kakvoće od oborinskih voda tako da razrjeđuju oborinske kao i fekalne vode koje dotječu s prostora grada u rijeku. Omjer miješanja je različit tijekom godine pa time i donos onečišćenja i sedimenta u obalno more. Kritični periodi su kišna razdoblja kod malih voda rijeke Jadro jer je tada omjer miješanja protoke rijeke i urbanih oborinskih voda najmanji. Smanjenjem zelenih površina i zelenih obala rijeke i pritoka, smanjuje se moć samopročišćavanja voda u okolišu. Prirodne površine i biocenoza se smanjuju, a zamjenjuju ih izgrađene vodonepropusne površine. Time se smanjuju prirodni procesi samopročišćavanja u slivu i na obalama voda, te tako povećava transport prirodnih i štetnih tvari i sedimenta koje voda donosi u riječni sustav i more. Poljoprivredne površine se također smanjuju, a sve češći požari zbog toplijih stanja devastiraju cjelokupnu biocenozu i stvaraju povoljne uvjete za jaču eroziju zemljišta i transport onečišćenja u vode i more. Iskopi i gradnja dodatno pojačavaju erozijske procese i stvaranje sedimenta. Sediment i suspendirane tvari, kao i cijeli niz drugih tvari, dotječu s izvora Jadro u čijem slivu se također događa značajna promjena i prenamjena prirodnog zemljišta u izgrađeni/urbanizirani. Sve te promjene generiraju onečišćenje voda s različitim tvarima koje ugrožavaju kakvoću vode na izvoru i dalje u rijeci i u moru, a time i cijelu biocenozu voda i okoliša voda. Situacija je složena i zahtjeva preciznije analize i prognoze trenda promjena i utjecaja klimatskih promjena na ove procese. Za sada nema cjelovitih studija površinskih procesa u okolišu i samom urbanom ekosustavu tako da precizni trend promjena bilance sedimenta i drugih tvari rijeke Jadro nije poznat. Poznate su opće značajke i smjer promjena, ali ne i jačina. Poznati su podaci o stanju voda temeljem službenog monitoringa stanja voda kao i rezultata projekata. Opći indikator promjena je trend promjena odnosa prirodnih površina naspram izgrađenih, te odnosa duljine prirodnih obala naspram reguliranih obala različite kategorije (povremeni, stalni, obala mora). Utvrđeno je da je trend negativan te da izgrađeni elementi sve više zamjenjuju prirodne elemente urbanog ekosustava. **Ovim projektom se predlaže promjena ovog trenda kroz jačanje prirodnih elemenata urbanog ekosustava, a posebno onih vezanih uz vode, slatke i slane i to: usluge podrške, opskrbe, regulacije i kulturne usluge.**

21. *Karakteristike sedimenta*

Program istraživanja projekta je obuhvatio i analizu bilance sedimenta, te procjenu donosa sedimenta u more. To je veliki problem kod mekanih, pjeskovito glinovitih obala i slivnih površina obalnih rijeka (primjerice kod partnera projekta u Italiji). U slučaju rijeke Jadro, većinu sliva čini krš i čvrste vapnenačke stijene, a samo manjim dijelom su mekši trošni tereni koje čine aluvijalne naslage koje su uglavnom urbanizirane. Zato problematika sedimenta nije toliko od značaja za morfološke značajke rijeke kao i obalnog mora. Uz to, rijeka je uglavnom regulirana, obale učvršćene kamenim nabačajem i gabionima, a najnižvodniji dio obala rijeke koji se nalazi na području mekših aluvijalnih naslaga je betoniran, a sliv urbaniziran tako da su procesi erozije i transporta sedimenta u more već dulje vrijeme smanjeni. Zato problem erozije obala i transporta sedimenta nije trenutno od velikog značaja za samu rijeku Jadro. Međutim, problematika površinskih procesa, padinskih i krških, od većeg je značaja za

hidrološki sliv izvora Jadro i utjecaja na kakvoću vode koja se koristi za piće (mutnoću), te u slivu bujice Ozrnja.

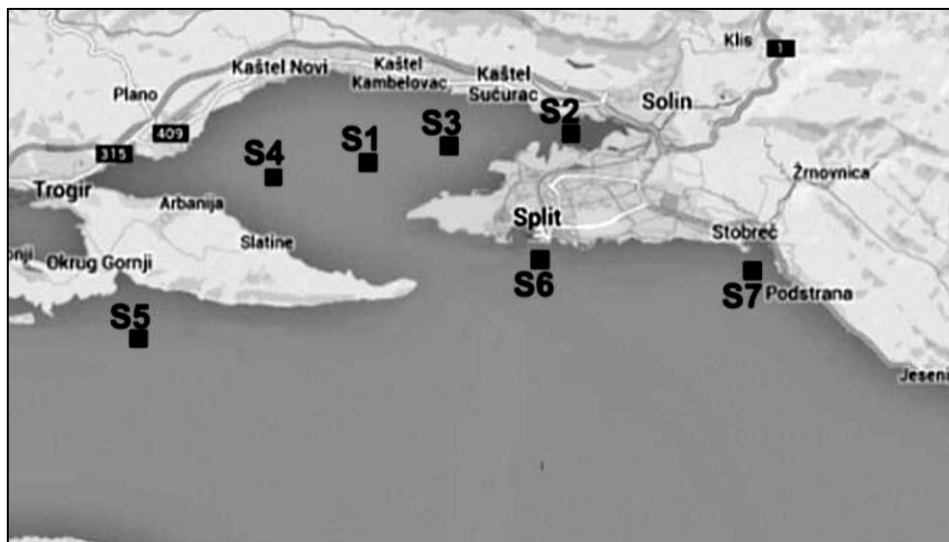
Karakteristike sedimenata i bilanca sedimenta u slivu nisu značajnije proučavani. Ne mogu se naći relevantne studije i radovi, niti podaci u vezi s analizom sedimenta rijeke Jadro. Nema podataka o veličini vučenog nanosa niti suspendiranog sedimenta (čestice veće od oko 50 μm) i formama slojeva dna i aluvijalnoj hrapavosti. S obzirom na to da većina voda rijeke Jadro (više od 90 %) potječe iz podzemnih voda (izvorište Jadro), utjecaj površinskih voda iz topografskog bazena danas nije značajan. Vode topografskog bazena su povremeni pritoci koji brzo presuše u sušnom razdoblju godine. Protok, kao i prijenos taloga u ovim vodama događa se samo za vrijeme obilnih kiša, 20 – 40 dana u godini. Sa značajnim porastom urbanizacije topografskog sliva u posljednjih 30 godina, i izgradnjom urbanog sustava odvodnje oborinskih voda, erozija bujica i terena se smanjuje, pa se količine sedimenta ispuštanih u rijeku neprestano smanjuju. Značajno opterećenje se događa samo na ispuštima kanala oborinske vode.

Voda iz izvora Jadro (kraška podzemna voda) je ona koja neprestano unosi (transportira) fini suspendirani sediment u rijeku. Veće čestice/sediment uglavnom se nakuplja u podzemnim pukotinama i otvorima gdje se zadržava, dok sitni sediment i fine čestice stalno teku s vodom iz vodonosnika u rijeku Jadro i dalje u more. Veći dio sedimenta javlja se jedino tijekom zimskog – vlažnog perioda godine, posebno tijekom razdoblja obilnih kiša (5 do 30 dana/godinu), kada je mutnoća vode kao i protoka vrlo visoka (10 – 30 NTU). U sušnoj sezoni zamućenost i količina suspendiranog sedimenta su vrlo mali (zamućenost < 1 NTU). Kako podataka nema, opterećenje i bilanca suspendiranog sedimenta rijeke Jadro može se procijeniti na temelju podataka o mutnoći vode ako je poznat odnos između zamućenosti (NTU) i koncentracija suspendiranog sedimenta (SSC). Izvorska voda ne transportira/nosi vučeni nanos (šljunak i slično) tako da isti nije od značaja za istraživanje.

Količina sedimenta u rijeci je relativno mala, posebno vučeni nanos (opterećenje). Pad korita rijeke, kao i energija protoka vode je velika, a samim tim i brzina vode, pa se fine čestice vrlo brzo transportiraju u more. Sediment je mješavina sitnog pijeska do sitnog mulja i gline, a sastav ovisi o brzini – veličini protoke na izvorištu. Veći protoke imaju veće koncentracije suspendiranog sedimenta i zamućenost. Sediment se ciljano zaustavlja u rijeci na pojedinim lokacijama te se povremeno vadi iz rijeke.

Sediment i je od velikog značaja za biocenozu obalnog mora te se stoga više proučava. Literatura i istraživanja vezana uz sediment u moru, odnosno u Kaštelanskom zaljevu, je bogata. Institut za oceanografiju i ribarstvo u Splitu dugi niz godina proučava sedimente u zaljevu, a postoji bogata baza podataka o značajkama sedimenta. Kao dio ovih studija provedena su istraživanja na širem području ušća rijeke Jadro ili u zaljevu Vranjic. Najnoviji rad na ovu temu je „Karakteristike morskih sedimenata na području Splita“ (Buljac i drugi, 2016). Postoji niz postaja za uzorkovanje, a jedna od njih je blizu

ušća rijeke (stanica br. 2, slika 29). Izneseni podaci u radu mogu se koristiti za tumačenje karakteristika sedimenta na ušću rijeke Jadro.



Slika 29. Postaje za uzorkovanje sedimenta (Buljac i drugi, 2016)

Sažetak rada navodi: „Prema srednjim vrijednostima, čestice gline i mulja prevladavaju u jezgri sedimenta i površinskom sedimentu. Prosječne vrijednosti sadržaja organske tvari za tri stanice bile su $7,6 \pm 0,9 \%$, u rasponu od 4,9 do 9,9 %. U površinskom sedimentu prosječne vrijednosti iznosile su $6,2 \pm 1,8 \%$, u rasponu od 3,9 do 8,9 %. U uzorcima jezgre sedimenta prosječne vrijednosti karbonata bile su $45,1 \pm 4,6 \%$, u rasponu od 36,6 do 71,7 %, dok su prosječne vrijednosti karbonata u površinskom sedimentu bile $52,5 \pm 8,2 \%$, u rasponu od 41,1 do 66,5 %. Prema Folk klasifikaciji, tip sedimenta na stanicama 1 i 2 je blato, a na stanici 3 blago šljunkovito pjeskovito blato. U površinskom sedimentu, na četiri stanice, prevladava vrsta sedimenta blato, slijedi blago šljunkovito pjeskovito blato (na tri stanice), dok je pjeskovito blato određeno samo na jednoj postaji. Prema *Shepardovoj* klasifikaciji u jezgri sedimenta prevladavajući tip sedimenta je muljevita glina, dok se u površinskom sedimentu vrsta sedimenta razlikuje od muljevite gline (smjesa glinovitog mulja do mulja). Vrlo slabo (2,08) do izuzetno loše sortirani (6,85) sediment ukazivao je na različito podrijetlo taloženih čestica (terigenih i biogenih). Odnos utvrđenih parametara u sedimentu utvrđen je pomoću regresijske analize (Spearmanova korelacija i klaster analiza). Rezultati klaster analize korištenjem svih istraženih parametara (granulometrijski sastav, udio organske tvari i karbonata) potvrdili su granulometrijski sastav kao vodeći parametar diferencijacije između istraženih sedimenata.“

Dobiveni rezultati potvrđuju prethodno tumačenje uloge vode izvora Jadro u formiranju i donosu sedimenta u obalno more, odnosno tvrdnju da voda izvora uglavnom transportira fini suspendirani sediment, a vrlo malo pijesak i krupniji sediment. Krupniji sediment, ako se javlja, lokalnog je porijekla, iz topografskog sliva rijeke Jadro i lokalnog sliva obalnog mora. Za sada nije utvrđeno da se obalna crta mora značajnije mijenja kao posljedica promjena u slivu i time bilance – dotoka sedimenta u obalno

more. Količina sedimenta kojeg je rijeka Jadro donosila u obalno more nikada nije bila vrlo velika, a posebno ne zadnjih 40 godina kada se morska obala i sliv rijeke Jadro intenzivnije urbaniziraju. Značajne količine sedimenta u zadnje vrijeme dopijevaju u more širenjem – nasipanjem obala. Ove aktivnosti značajnije mijenjaju obalnu crtu, morfologiju obalnog mora i ekosustave mora. Međutim, u prošlosti, donos trošnog materijala i sedimenta je bio značajan i neometan, što je rezultiralo stalnim punjenjem Solinske udoline i zaljeva te širenja kopna u more. Na tom materijalu se gradila Salona kao i današnji centar Solina. To je ujedno prostor koji je najviše ugrožen mogućim poplavama uzrokovanih klimatskim promjenama.

22. *Analiza pesticida u vodi i sedimentu*

Program istraživanja projekta predviđa analizu pesticida u vodi i sedimentu koji su inače od većeg značaja za slivove ravničarskih rijeka u kojima se odvija intenzivna poljoprivredna djelatnost. To nije slučaj sliva rijeke Jadro tako da ova analiza nije od većeg značaja za stanje obalnog mora.

Analiza pesticida rijetko se provodi za rijeku Jadro što je i očekivano jer se ne radi o poljoprivrednom području. U radu „Popis i stanje postojećih organskih zagađivača – pesticida u Hrvatskoj“ (Vinceković i dr., 2013), između ostaloga, prikazani su rezultati za Jadro. Naglasak je stavljen na POPs pesticide. U skladu s globalnim tendencijama smanjenja i uklanjanja proizvodnje, upotrebe i ispuštanja štetnih tvari, postupna zabrana upotrebe pesticida (aldrin, dieldrin, heksaklorocikloheksan, DDT) započela je u Hrvatskoj 1972., a završila 2001. godine propisivanjem upotrebe lindana i dikofola. Do danas je svima zabranjena proizvodnja i primjena te nisu otkrivene zalihe. Najveća koncentracija spojeva tipa DDT u rijeci Jadro zabilježena je u razdoblju 1988. – 1993. i iznosila je oko 20 ng/l, dok je u razdoblju 1993. – 1994. koncentracija spojeva HCB, α i γ HCH i DDT-a smanjena na 2 ng/l. Prema podacima za 1993/1994., koncentracija PCB-a u vodi rijeke Jadro bila je 3 – 13 ng/l, a u sedimentu rijeke Jadro 2 – 507 ng/l.

Novijih podataka nema. S obzirom na postojeći trend urbanizacije koji se odvija na rijetkim poljoprivrednim površinama i napuštanje obrade zemljišta u topografskom i hidrološkom slivu rijeke, donos pesticida u rijeku i u more je vrlo mali i bez većeg utjecaja na okoliš i čovjeka.

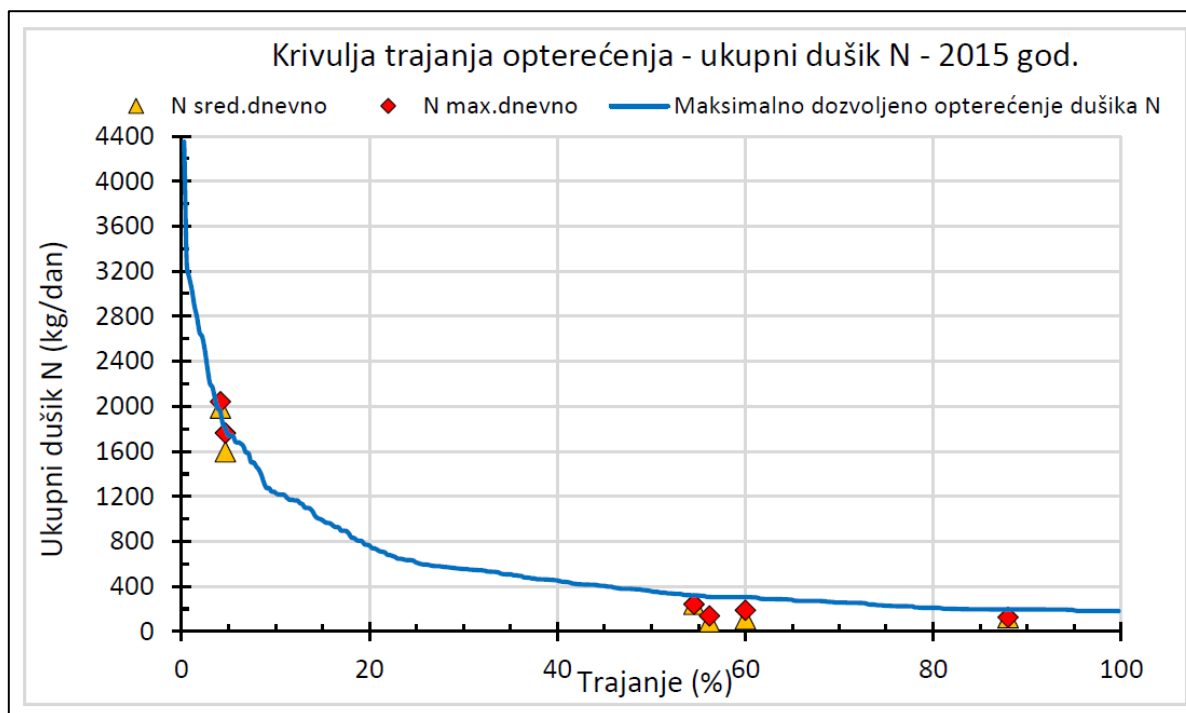
23. *Opterećenje dušikom i fosforom*

Analizom krivulje trajanja opterećenja za 2015. godinu, date su procjene prekoračenja graničnih vrijednosti dušika i fosfora (preuzeto iz Diplomskog rada „Utjecaj varijacija protoka na raspodjelu koncentracija hranjivih tvari u rijeci Jadro“, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split, 2018). U radu je napravljena procjena unosa hranjivih tvari na području sliva, te je analizirano je li

vodno tijelu u riziku. Proračunate su krivulje trajanja opterećenja na kojima su prikazana točkasta opterećenja dobivena iz mjerenih podataka za 2014. i 2015. godinu. U nastavku se daju podaci za 2015. godinu.

Dušik

Slika 30 prikazuje krivulju trajanja maksimalnog dozvoljenog dnevnog opterećenja dušikom ($N_{\text{dozvoljeni}} = 1,0 \text{ mg/l}$) koja predstavlja dozvoljeno opterećenje u promatranom vodnom tijelu za različite režime tečenja. Tako se dobije uvid u postotak dana u periodu 2015. godine za koje je vrijednost maksimalnog opterećenja jednaka dozvoljenoj ili ju je prekoračila. Vidljivo je da jedno mjerenje u periodima velikih voda prelazi dozvoljene vrijednosti.



Slika 30. Krivulja trajanja maksimalnog dozvoljenog dnevnog opterećenja dušikom za 2015. godinu

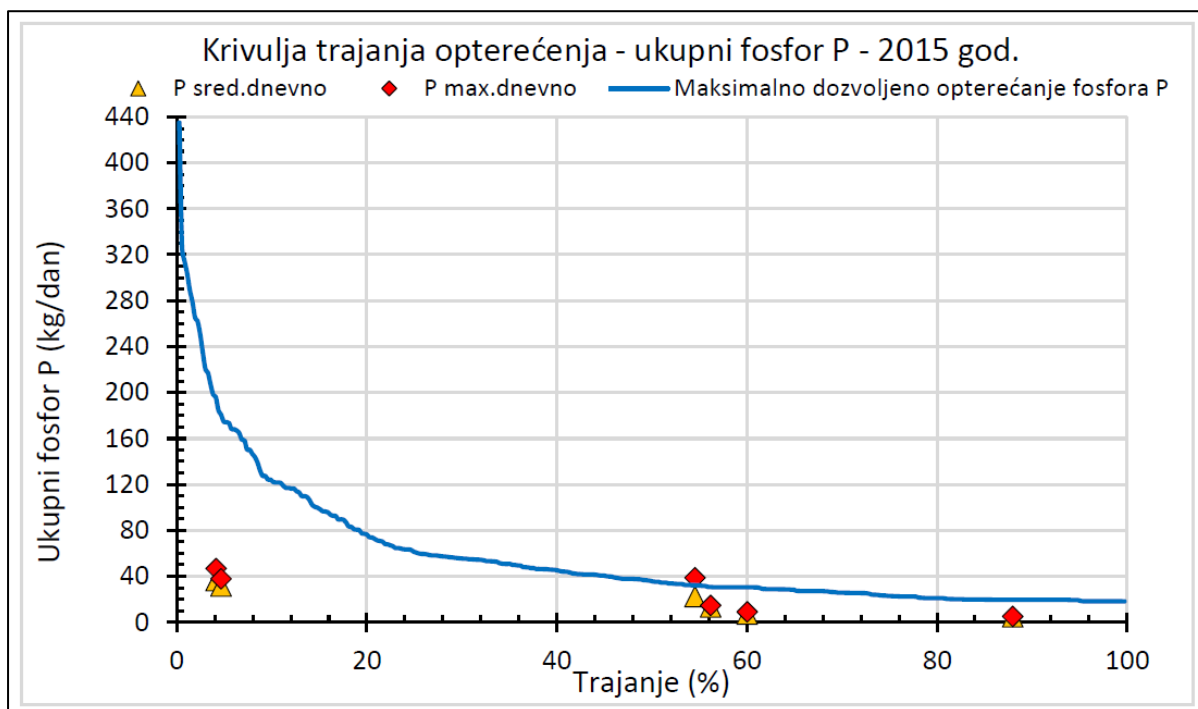
Opterećenje dobiveno iz izmjerene koncentracije ukupnog dušika 2015. godine jednako je 2041,03 kg/dan, a srednja vrijednost je 1984,53 kg/dan. Opterećenje dobiveno iz druge izmjerene maksimalne vrijednosti je 1762,11 kg/dan, te se vidi da je vrlo blizu graničnoj vrijednosti. Iz toga se može zaključiti da je površinsko otjecanje uslijed padalina, koje je i uzrokovalo više protoke, donijelo određeno opterećenje u vodotok.

Opterećenja dobivena na temelju izvršenih mjerenja za vrijeme srednjih protoka prikazana su u zoni od 40 – 60 % trajanja. Vidi se da su maksimalne vrijednosti vrlo blizu graničnoj vrijednosti. Izvršena su

tri mjerenja za tri različita dana, a opterećenja na temelju njihovih maksimalnih vrijednosti su 241,96 kg/dan, 137,7 kg/dan i 188,47 kg/dan. U zoni suhih uvjeta, od 60 – 90% trajanja, opterećenje dušikom također ne prelazi maksimalno dozvoljeno opterećenje za male protoke, iako su vrlo blizu.

Fosfor

Slika prikazuje krivulju trajanja maksimalnog dozvoljenog dnevnog opterećenja fosforom ($P_{\text{dozvoljeno}}=0,1 \text{ mg/l}$) koja predstavlja dozvoljeno opterećenje u promatranom vodnom tijelu za različite režime tečenja. Tako se dobije uvid u postotak dana u periodu 2015. godine za koje je vrijednost maksimalnog opterećenja jednaka dozvoljenoj ili ju je prekoračila. Vidljivo je da jedno mjerenje u periodima malih voda prelazi dozvoljene vrijednosti.

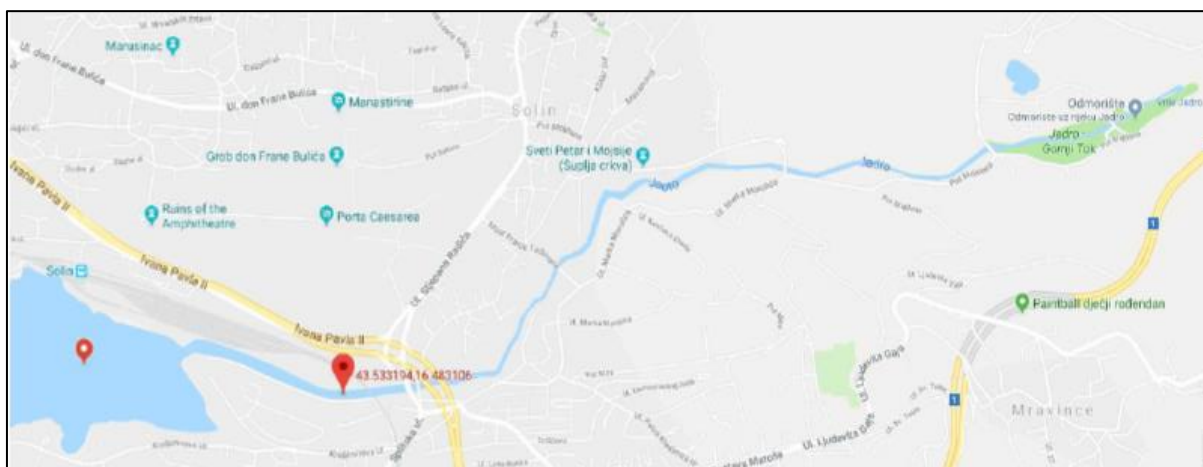


Slika 31. . Krivulja trajanja maksimalnog dozvoljenog dnevnog opterećenja fosforom za 2015. godinu

Opterećenje dobiveno na temelju izmjerenih koncentracija opterećenja fosforom 2015. godine, za vrijeme velikih protoka ne prelazi maksimalno dozvoljeno opterećenje za velike protoke. Opterećenja dobivena na temelju izmjerene maksimalne vrijednosti fosfora su 46,88 kg/dan i 37,72 kg/dan, a srednje vrijednosti su 36,12 kg/dan i 31,68 kg/dan. Opterećenja dobivena na temelju mjerenja izvršenih za vrijeme srednjih protoka prikazana su u zoni od 40 – 60 % trajanja. Vidi se da jedna od maksimalnih vrijednosti prelazi graničnu i to s maksimalnim opterećenjem od 38,68 kg/dan. Srednja vrijednost za taj dan je 22,45 kg/dan.

U zoni suhih uvjeta, od 60 – 90 % trajanja, izmjerena je samo jedna koncentracija fosfora na temelju koje je izračunato opterećenje fosforom koja ne prelazi maksimalno dozvoljeno opterećenje za male protoke.

Zaključak je da su vode opterećene dušikom i fosforom. Za sada je opterećenje u granicama dozvoljenih veličina te vodno tijelo nije u riziku. Međutim, mjerenja i rezultati ukazuju na to da se prekoračenje događa. S daljnjim povećanjem ispuštanja dušika (N) i fosfora (P) za očekivati je da će stanje voda biti ugroženo te da su procesi eutrofikacije na ušću i u obalnom moru mogući. Poznato je da gradska područja generiraju oko 5 kgN/ha/godinu i oko 0,83 kgP/ha/godinu, prirodni travnjaci generiraju oko 3 kgN/ha/godinu i oko 0,12 kgP/ha/godinu, a intenzivna poljoprivredna zemljišta oko 17 kgN/ha/godinu i oko 0,24 kgP/ha/god. Mijenjam zastupljenosti ovih površina u slivu mijenjaju se pritisci na vode. **To se podjednako odnosi na sliv izvora Jadro i sliv rijeke Jadro.**



Slika 32. Položaj mjerne postaje na prijelaznim vodama

24. Režim voda rijeke Jadro (J.Margeta)

Sustav mjerenja količina i kakvoće vode je nepotpun i ne omogućava pouzdanu analizu režima voda i bilance vode i tvari u rijeci Jadro. Protoke se mjere na limnigrafu Majdan, te na vodoopskrbnim kanalima na izvoru Jadro gdje se kontrolira uzimanje vode. Količine se ne mjere na ušću, na pritokama Ozrnja i Rupotine, kao ni na ostalim manjim pritokama i ispuštima oborinskih voda. Zato je stvarno stanje režima voda nizvodno od limnigrafa Majdan nepoznato, te se može samo pretpostaviti. To je veliki nedostatak s kojim se ne može pouzdano upravljati vodama rijeke Jadro. **Nužno je uspostaviti novi te proširiti postojeći sustav mjerenja količina i kakvoće vode na početku prijelaznih voda, zoni ušća i na pritokama Ozrnja i Rupotine.**

Režim voda se analizira na temelju podataka mjerenja na postaji Majdan, oko 1 km od izvora. Podaci o količini voda na samom izvoru dobiju se zbrajanjem veličina protoke na Majdanu te količina koje se oduzimaju na izvoru (1,5 – 2,5 m³/s). Vode izvora Jadro čine većinu voda rijeke Jadro, prosječno više od 95 %. Odnos je nešto drugačiji u kratkim kišnim periodima kada iz topografskog sliva dotječu značajne količine vode. To je procjena koju istraživanja moraju preciznije definirati. Odnos je promjenjiv i ovisi o veličini oborina u nekom periodu u topografskom i u hidrološkom slivu izvora. Veće dotjecanje iz topografskog sliva događa se i za vrijeme velikih kiša u sušnom periodu godine kada je protok u rijeci na minimumu, oko 2 m³/s. Tada je utjecaj voda topografskog sliva na vode rijeke i mora najveći. Za sada se analiza režima voda rijeke Jadro uglavnom bazira na proučavanju režima voda na izvoru i limnigrafu Majdan, a to je **nedovoljno za preciznije analize, praćenje stanja i promjena režima voda uzrokovanih urbanizacijom i klimatskim promjenama.**

25. Režim voda na izvoru

Teren sliva karakteriziraju tipični kraški fenomeni. Ponašanje kraških vodonosnika najčešće se objašnjava kroz tri vrste poroznosti, koje uključuju poroznost mikro pora, poroznost malih pukotina i lomova te poroznost velikih pukotina i cijevi. Gustoća, učestalost i broj pukotina u Dinaridima variraju s dubinom, tako da je gustoća najveća na površini i značajno se smanjuje s dubinom. Zbog ovih karakteristika, vodonosnik se brzo puni i pri visokim vodostajima relativno brzo se prazni, dok je pri niskim vodostajima pražnjenje znatno sporije (Milanović, 2004; Fiorillo, 2015). Takvo ponašanje sustava definira hidrološke procese i međuodnose oborina, razine podzemne vode i protoke. Male kiše ne stvaraju površinsko otjecanje u slivu i zbog toga se ne javlja točkasto dotjecanje vode u vodonosnik (npr. kroz veće pukotine, i ponore), pa se punjenje vodonosnika odvija difuznom infiltracijom koja je relativno spora, tako da je promjena razine vode u vodonosniku spora, a time i promjene istjecanja vode na izvoru. U slučaju većih količina oborina, punjenje vodonosnika je kombinacija točkastih i difuznih i dotoka, te je reakcija vodonosnika brza i rezultira s velikim vodama na izvoru. Brzina vode u podzemlju dosta varira, u sušnom periodu godine 1 – 5 cm/s a u kišnom

10 – 12 cm/s (Milanović, 2004). Zato je vrijeme dotjecanja vode iz udaljenijih zona sliva do izvora različito, oko 30 dana, u sušnom periodu godine, do 3 dana u kišnom. Ove značajke vodonosnika pokazuju da su vodonosnik i podzemne vode vrlo ranjive na površinsko onečišćenje i procese infiltracije u slivu, te da se onečišćenje vrlo brzo javlja na izvoru.

Oborine su primarni izvor prihranjivanja voda sustava. Međutim, čimbenici kao što su dotjecanja podzemnih voda iz susjednih vodonosnika, kao i rijeke Cetine, također se moraju uzeti u obzir. Današnji hidrološki sustav izvora rijeke Jadro sastoji se od unutarnjeg i vanjskog sliva. Izgradnja akumulacija na rijeci Cetini koja teče kroz pogranično područje sliva Jadro do neke je mjere promijenila režim voda (tablica 9). Direktna veza voda iz sliva rijeke Cetine i izvora Jadro je dokazana. Time se povećava osjetljivost vodonosnika u odnosu na kakvoću voda.

Tablica 9. Protoke na izvoru prije i poslije izgradnje akumulacija i hidroelektrana na rijeci Cetini

Period	Srednja godišnja protoka (m ³ /s)	Prosječna maksimalna (m ³ /s)	Prosječna minimalna (m ³ /s)
Poslije gradnje hidroelektrana (1984 – 2015)	9,82	53,01	4,34
Prije gradnje hidroelektrana (1949 – 1957)	8,64	32,78	3,79

To znači da na režim voda rijeke Jadro utječe i režim voda rijeke Cetine, odnosno aktivnosti (onečišćenje) u slivu rijeke Cetine kao i klima i klimatske promjene u slivu. Međutim najveći i najbrži utjecaj na protoku na izvoru imaju oborine.

Prema Köppenovoj klasifikaciji, klima šireg područja Solina klasificira se kao Csb/Csa. Za ovu klimu karakteristična su topla sušna ljeta i hladne i vlažne zime. Veličine srednje mjesečne temperature zraka u slivu (postaja Sinj) navedene su u tablici 10. Siječanj je najhladniji mjesec, s prosječnom temperaturom od 3,9 °C, dok je srpanj najtopliji s prosječnom temperaturom od 23,3 °C.

Tablica 10. Prosječna godišnja i prosječne mjesečne temperature zraka (°C) za postaju Sinj, 1995. – 2001.

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godišnja
Temp.	3,9	5,2	7,5	11,4	17,0	21,0	23,3	22,9	17,4	13,4	8,4	5,0	13,2

Mjesečne veličine oborina u slivu izvora prikazane su u tablici 11. Prema dobivenim podacima, proizlazi da je prosječna godišnja oborina oko 1264 mm, minimalna 1086 mm, a maksimalna 1469 mm, što zorno i za ovako kratki period vremena pokazuje značajnu promjenu godišnjih veličina. Uz to, unutar

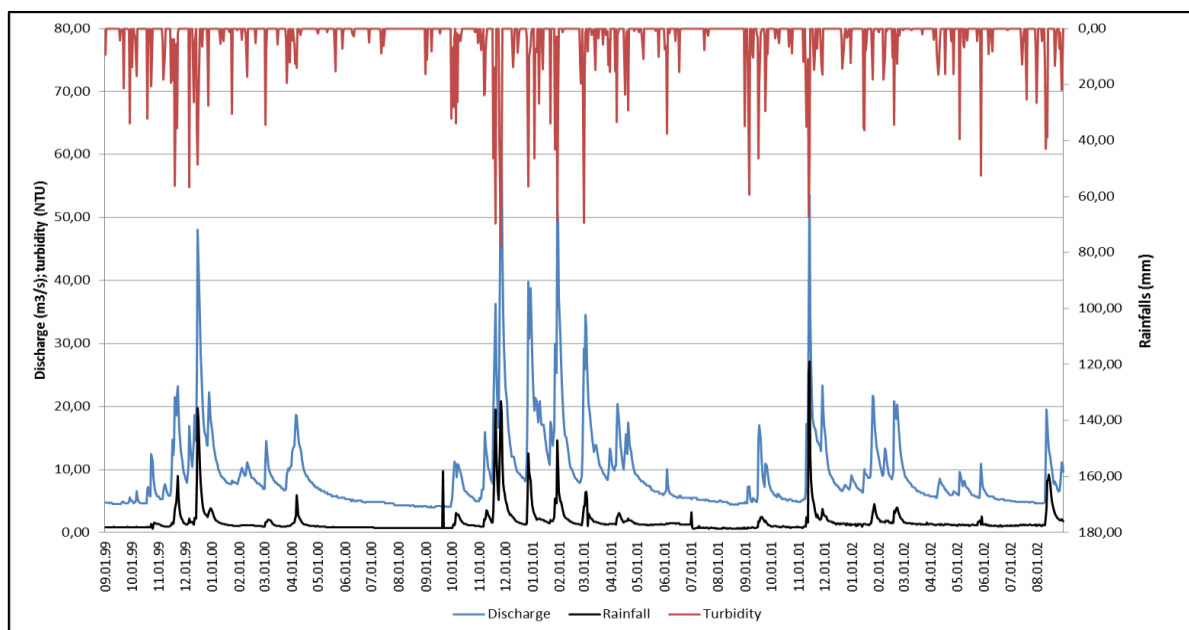
godine, razlike (mjesečne veličine) dosta su velike, što pokazuje značajke klime i utjecaj oborina na veličinu protoke na izvoru. Prognoze klimatski promjena navode da će varijabilnost oborina rasti, a time očito i protoke na izvoru.

Tablica 11. Godišnje i mjesečne oborine (mm) u širem području hidrološkog sliva

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god.
SPLIT-MARJAN	68	47	47	63	62	46	16	44	94	78	123	96	773
KLIS	95	68	72	97	70	62	19	59	104	102	182	155	1086
DUGOPOLJE	136	81	82	99	77	51	30	74	120	84	202	183	1219
BISKO	138	93	94	126	81	69	37	65	126	138	254	213	1433
MUČ	102	73	79	112	87	65	45	73	126	131	210	166	1269
DICMO	97	70	73	95	87	60	30	71	128	108	194	159	1150
SITNO GORNJE	120	83	94	129	84	72	36	55	112	125	230	198	1337
PRANČEVICI	153	96	102	129	78	58	41	62	138	140	240	234	1469
LEČEVICA	119	77	88	103	76	60	34	66	119	108	208	193	1251
SINJ	90	68	71	101	77	71	43	67	123	115	191	142	1157
Minimum*	90	68	71	95	67	51	19	55	104	84	182	142	1086
Sredina*	117	79	84	110	78	63	35	66	122	117	212	182	1264
Maksimum*	153	96	102	129	87	72	45	74	138	140	254	234	1469
Devijacija (%)**	19.0	13.1	13.3	12.8	8.0	10.7	23.1	9.9	8.0	15.9	11.3	16.5	10.3

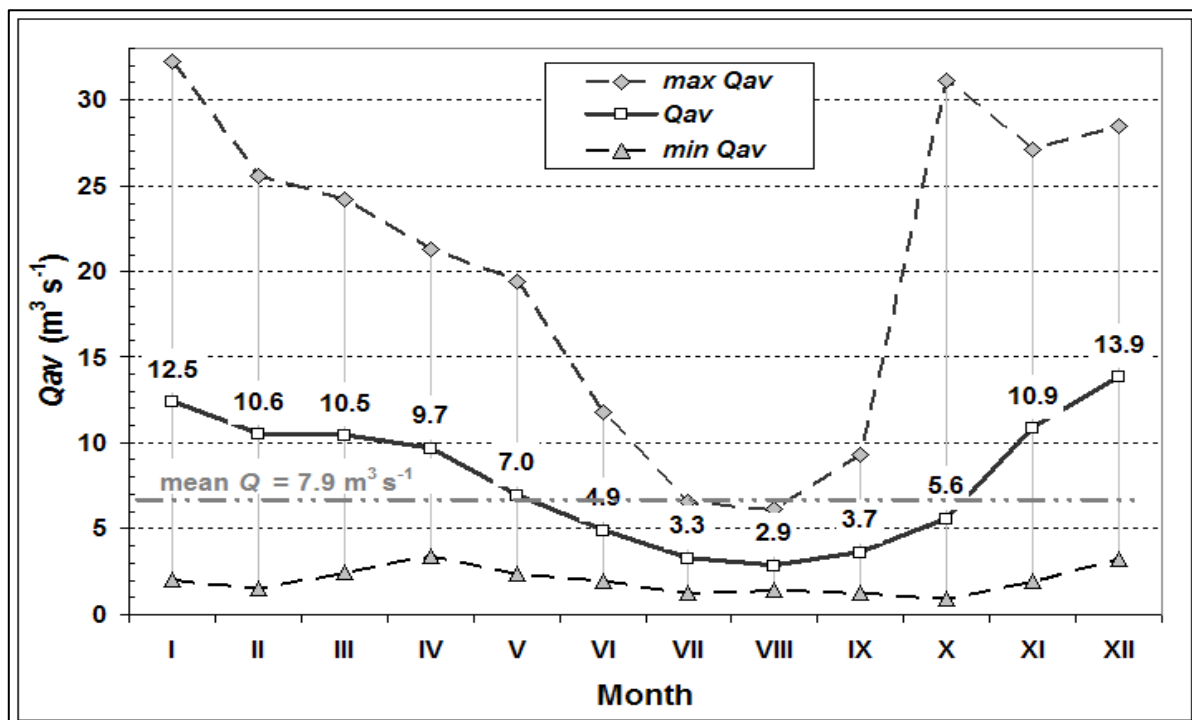
*Bez postaje Split-Marjan
**Prosječna devijacija izražena u % srednje vrijednosti

Naime, specifična hidrogeološka građa vodonosnika i sliva (krš) odgovorna je za vrlo dinamičan sustav dotjecanja i istjecanja, u kojem vodonosnik vrlo brzo reagira na promjene oborina u slivu i dotok vode u podzemlje (slika 33). Za vrijeme većih oborina, dotjecanje u vodonosnik je veliko i brzo što za rezultat ima naglo podizanje razine vode u vodonosniku i sustavu krških kanala/cijevi. Povećanje i oscilacija hidrostatskog tlaka u kanalskom/cijevnom sustavu generira hidrogram istjecanja (brzi i veliki protok). Kad kiša prestane, cijevni sustav pukotina u podzemlju brzo se isprazni te razina vode opada kao i protoka. U ovom periodu pražnjenje vodonosnika je sporije i odnosi se na sustav manjih pukotina i kanala, a što definira kontinuirani bazni tok vode (slika 33). Kako se produžava sušno razdoblje, razina vode u vodonosniku je manja, a time i istjecanje vode na izvoru.



Slika 33. Odnos oborine, protoka i mutnoća za period 1999. – 2002.

Prosječna protoka na izvoru je oko $9,82 \text{ m}^3/\text{s}$, najmanji prosječni protok je u kolovozu $5,17 \text{ m}^3/\text{s}$, a najveći u prosincu $17,31 \text{ m}^3/\text{s}$. Minimalni zabilježeni dnevni protok je bio u 1995. godini i iznosio je $3,72 \text{ m}^3/\text{s}$, dok je maksimalni bio 2004., s veličinom od $70,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Veličina mjesečnih protoka u rijeci Jadro nizvodno od izvora je manja za količine koje se uzimaju za vodoopskrbu ($1,5 - 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$, slika 34).



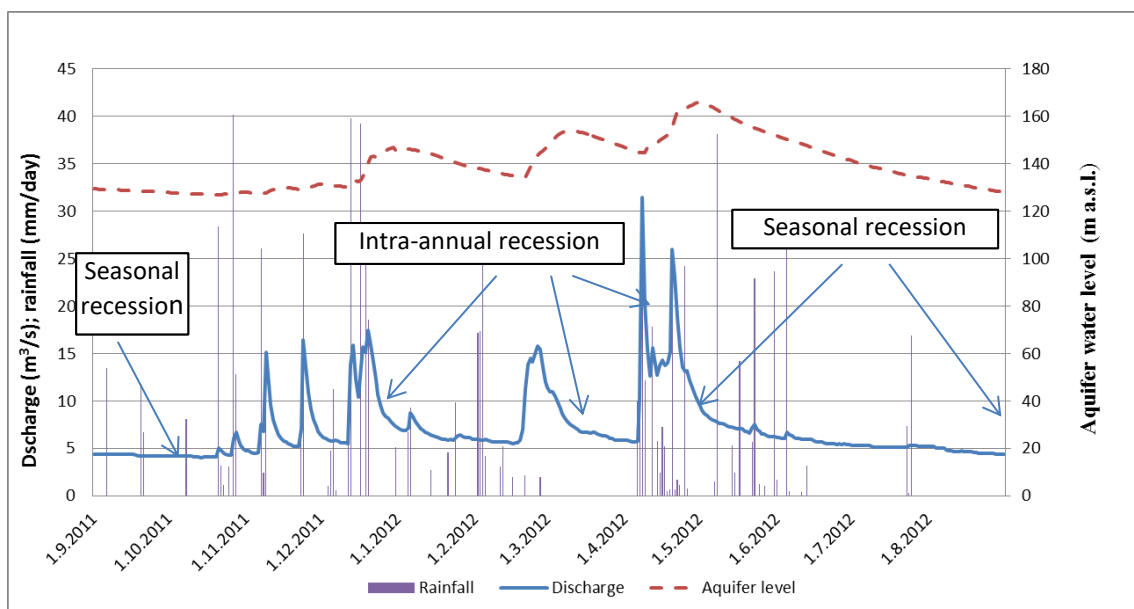
Slika 34. Karakteristične srednje mjesečne protoke rijeke Jadro, Majdan, 1961. – 2010. (Ljubenkov, 2015)

Tijekom ljeta, smanjenje protoke u rijeci je najveće, do 50 % protoke na izvoru, a tijekom kišnog perioda je značajno manje. Prema tome, oduzimanjem vode na izvoru značajno se mijenjaju biološki i druge prirodni procesi u rijeci Jadro, najviše u periodu srpanj – rujana (taloženje, kakvoća vode, dubina vode, brzina vode, pronos sedimenta, salinitet na ušću, istjecanje u podzemne vode, prodiranje mora u rijeku i podzemlje, itd.). Sve to skupa ima veliki negativni utjecaj na biološku raznolikost područja rijeke Jadro. Prognozirane klimatske promjene će pojačati sve negativne efekte te umanjiti izdašnost izvora i raspoloživi kapacitet za vodoopskrbu i u konačnici povećati ranjivost ekosustava rijeke.

Recesijska krivulja istjecanja izvora ima tri karakteristična dijela: početni strmi, u periodu kada se vodonosnik brzo prazni kroz cijevni/kanalski sustav većih dimenzija, srednji s blažim padom protoke kada je razina vode u vodonosniku niža i kada se sustav sporije prazni dotjecanjem vode iz manjih pukotina i kanala i zadnji blagi pad kada je vodonosnik na najnižim razinama i kada voda sporo dotječe iz pukotina i vrlo malih kanala (slika 35). Hidrogram otjecanja može se podijeliti u dva dijela, dinamični i kišni s više oscilacija i kraćih perioda recesije protoke, te stabilniji i sušni s dugim periodom recesije protoke sve do prvih jesenskih kiša.

Ovakvo ponašanje vodonosnika i hidrološkog sustava određuje ranjivost sustava na klimatske promjene i time rizik za sve korisnike vode izvora i rijeke Jadro, uključujući i ekosustave voda i onih vezanih uz vode rijeke.

Osjetljivost karakterističnih protoka na ulaz i stanje u sustavu uočavaju se analizom koeficijenta korelacije. Koeficijent korelacije između oborina i protoke na izvoru je 0,43, što ukazuje na veliku međusobnu ovisnost. Međutim, ovisnost je još izraženija između razine vode vodonosnika i protoke jer je koeficijent korelacije 0,87. Iz ovoga je jasno zašto su u zimskom periodu oscilacije protoke brze i velike. U zimskom periodu razina punjenja vodonosnika je visoka te svaka sljedeća kiša generira vodni val na izvoru i u rijeci Jadro. Ljeti, kad su razine punjenja vodonosnika male, čak ni veće kiše ne mogu formirati značajniji vodni val – istjecanje na izvoru. U sušnom periodu, vodni val nizvodno u rijeci mogu generirati vode pritoka (površinske i urbane oborinske). One kratkotrajno značajno utječu na protok, a time i na kakvoću vode rijeke Jadro. Brzo istjecanje – pražnjenje vodonosnika po prestanku kiša, ukazuje na činjenicu da zimske veličine oborina bitno ne utječu na minimalne protoke tijekom ljeta. Najveći utjecaj imaju količine vode zadržane u finim pukotinama i kanalima koji se sporo pune i sporo prazne. Vode u finim pukotinama i kanalima najzaslužnije su za stabilnost i kontinuitet protoke tijekom ljeta. Ovi procesi i ponašanje sustava utječu na razinu ranjivosti rijeke Jadro i veličinu rizika za sve korisnike rijeke, antropogene i prirodne.



Slika 35. Hidrogram otjecanja, oborine i razina vode vodonosnika u periodu 1.9.2011. – 31.8.2012.

26. Vode topografskog sliva

Od ušća Ozrnskog potoka, vode u rijeci Jadro su pod utjecajem voda koje dotječu iz topografskog sliva. Dva značajna mjesta promjena su ušće Ozrnskog potoka i potoka Rupotine. To su bujice koje dreniraju oko 80 % površine topografskog sliva. Za vrijeme kiša, bujicama / povremenim vodotocima u rijeku i dalje u more dotječu značajne količine vode koje sve više mijenjaju bilancu voda i tvari.

Topografski sliv rijeke Jadro je djelomično urbaniziran, a veličina sliva je 28,2 km². Unutar ovog područja nalazi se grad Solin, te dio općine Klis. Sliv Ozrnskog potoka uglavnom drenira područje općine Klis, dok sliv potoka Rupotine kao i slivovi bujica s lijeve obale (Mravinci, Dračevac) dreniraju područje grada Solina. Procjenjuje se da je jedna četvrtina sliva značajno urbanizirana i naseljena na blago položenom terenu ($A = 7 \text{ km}^2$, koeficijent otjecanja $C = 0,5 - 0,7$), jedna četvrtina je umjereno naseljena urbana površina na srednje do umjereno strmom terenu ($A = 7 \text{ km}^2$, $C = 0,3 - 0,4$), a oko jedne polovine sliva (14,2 km²) je rijetko izgrađeno područje na strmom terenu ($A = 14,2 \text{ km}^2$, $C = 0,10 - 0,20$). Urbano područje se stalno širi, a već urbanizirane površine su sve više naseljene. Rezultat je smanjenje prirodnih i zelenih površina, a time nastaju promjene procesa infiltracije i evapotranspiracije. S obzirom na veliki interes za stanogradnju na ovom području, za očekivati je da će se većina prostora u budućnosti urbanizirati. Urbanizaciju za sada ne prati izgradnja sustava odvodnje oborinskih voda, a u rubnim visokim terenima, ni otpadnih voda.

Promjene u prostoru bitno utječu na karakter i veličinu otjecanja površinskih voda te sastav voda. Mijenjaju se ukupna godišnja bilanca voda, mjesečna bilanca te veličine kratkotrajnog otjecanja. Otjecanje površinskih voda je kombinacija urbanog oborinskog i prirodnog otjecanja površinskih i podzemnih voda, s tendencijom stalnog povećanja urbanog otjecanja na račun prirodnog. Planiranje sustava odvodnje površinskih voda u ovakvim uvjetima vrlo je nesigurno, a rješenja su skupa. Koriste se kombinacije klasičnih rješenja odvodnje voda (kanalizacije) u kombinaciji s plavim i zelenim rješenjima.

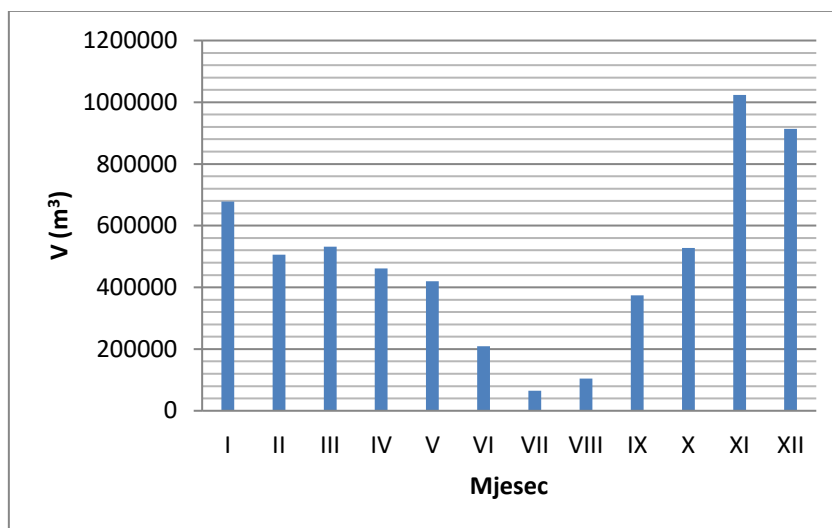
Problematika površinskih voda topografskog sliva nije obrađivana. Ne mogu se pronaći projekti koji rješavaju ovu problematiku tako da nema ni relevantnih podataka o količinama i kakvoći voda. Da bi se dobila približna slika o količinama vode, napravljena je kratka pojednostavljena analiza korištenjem veličina oborina na postaji Marjan – Split (tablica 12 i slika 36). Za potrebe detaljnije analize, trebalo bi primijeniti odgovarajući model otjecanja i na temelju dnevnih kiša simulirati otjecanje iz sliva, uvažavajući riječnu mrežu i sustave odvodnje oborinskih voda, te izgrađenost sliva.

Tablica 12. Procjena količina vode topografskog sliva korištenjem srednjih mjesečnih oborina za razdoblje 1995. – 2013.

Period	Mjesec												God.
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
Oborine (mm)	80,1	59,8	62,9	65,4	59,6	49,5	23,1	37,0	88,4	74,9	121,0	108,0	830

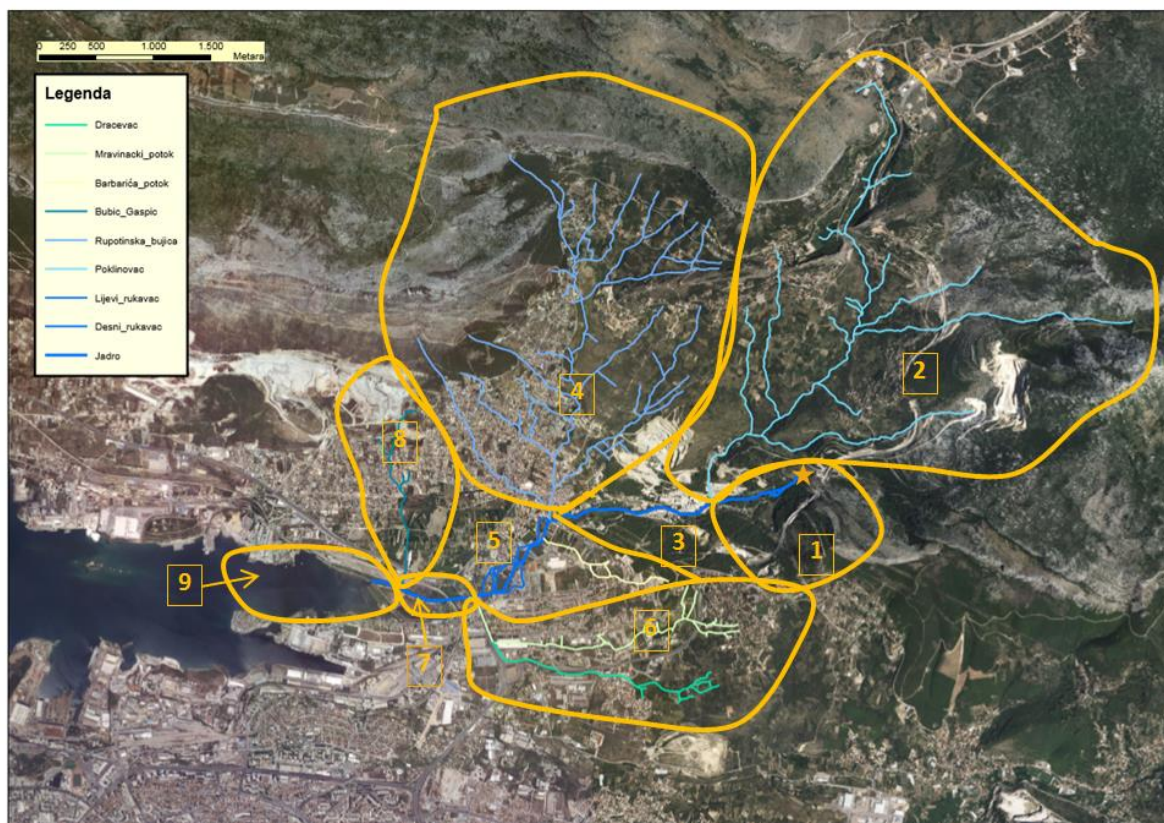
C	0,3	0,3	0,3	0,25	0,25	0,15	0,10	0,10	0,15	0,25	0,30	0,3	0,25
V (m ³)	677646	505908	532134	461070	420180	209385	65142	104340	373932	528045	1023660	913680	5851500
Q (m ³ /s)	0,261	0,195	0,205	0,178	0,162	0,081	0,025	0,040	0,144	0,204	0,395	0,353	

Dobivene vrijednosti oslikavaju približne veličine prosječnih mjesečnih utjecaja lokalnih voda na vode rijeke Jadro. Najviše vode se javlja u zimskim kišnim mjesecima, a najmanje u ljetnim. Ako se usporede ove veličine s veličinama prosječnih protoka na limnigrafu Majdan, može se zaključiti da su prosječni utjecaj mali. U sušnom periodu utjecaj je 1 – 5 %, a najveći je u rujnu i listopadu. To su mjeseci kada je protoka u rijeci mala, a prve jesenje kiše značajnije. Može se reći da su to mjeseci kada kakvoća vode iz topografskog sliva najviše utječe na kakvoću vode rijeke i obalnog mora.



Slika 36. Mjesečne količine vode

Stvarna dinamika otjecanja je drugačija i složenija jer se otjecanje iz sliva odvija u kraćim vremenskim periodima, kao povremeni vodni valovi uzrokovani kišom u slivu, te su stoga stvarne količine vode kraćeg perioda otjecanja višestruko veće od izračunatih prosječnih mjesečnih. U kišnom periodu dolazi do preklapanja hidrograma otjecanja iz pojedinih dijelova sliva ovisno o vremenu koncentracije voda, tako da je stvarno stanje režima količina u pojedinim dijelovima rijeke drugačije. Nužno je primijeniti odgovarajući hidrološki model kojim će se uvažiti hijerarhija sustava i otjecanja voda, te tako dobiti bolji uvid u nastajanje i kretanje vodnih valova duž rijeke (slika 37).

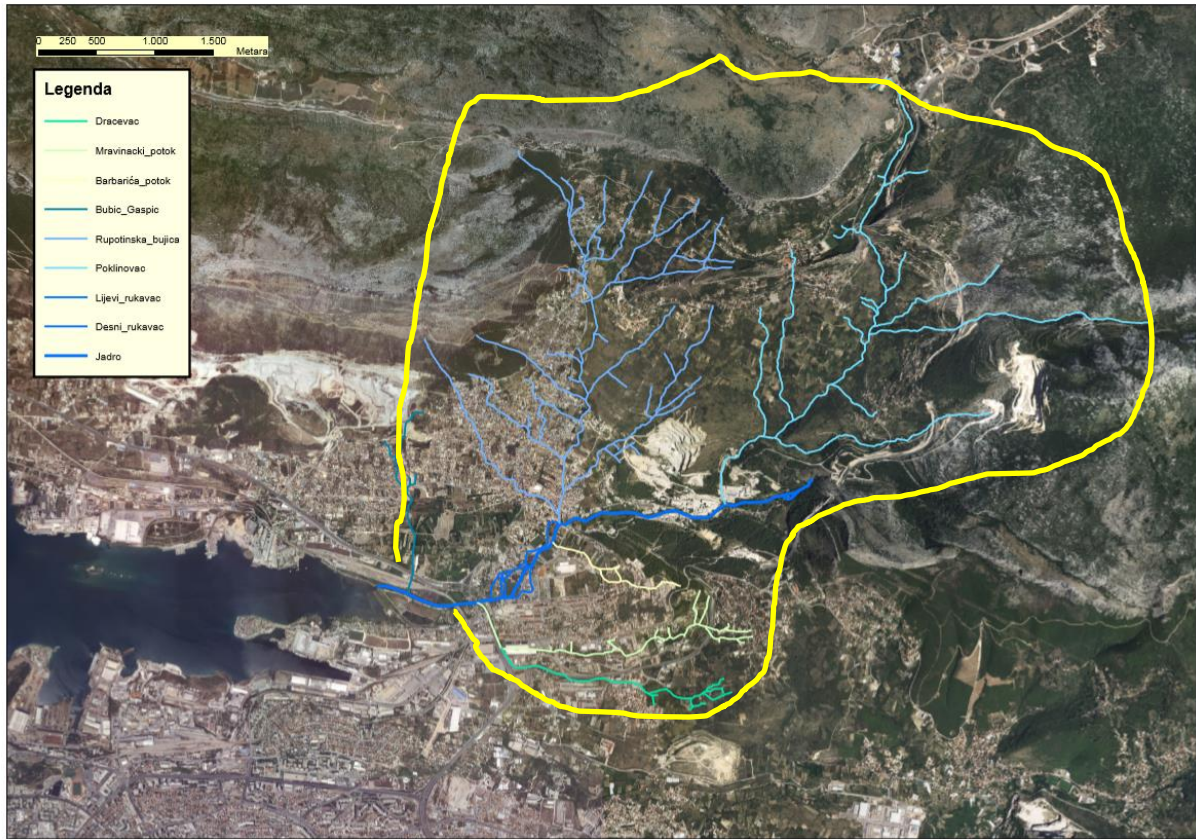


Slika 37. Hijerarhija drenaže voda u slivu

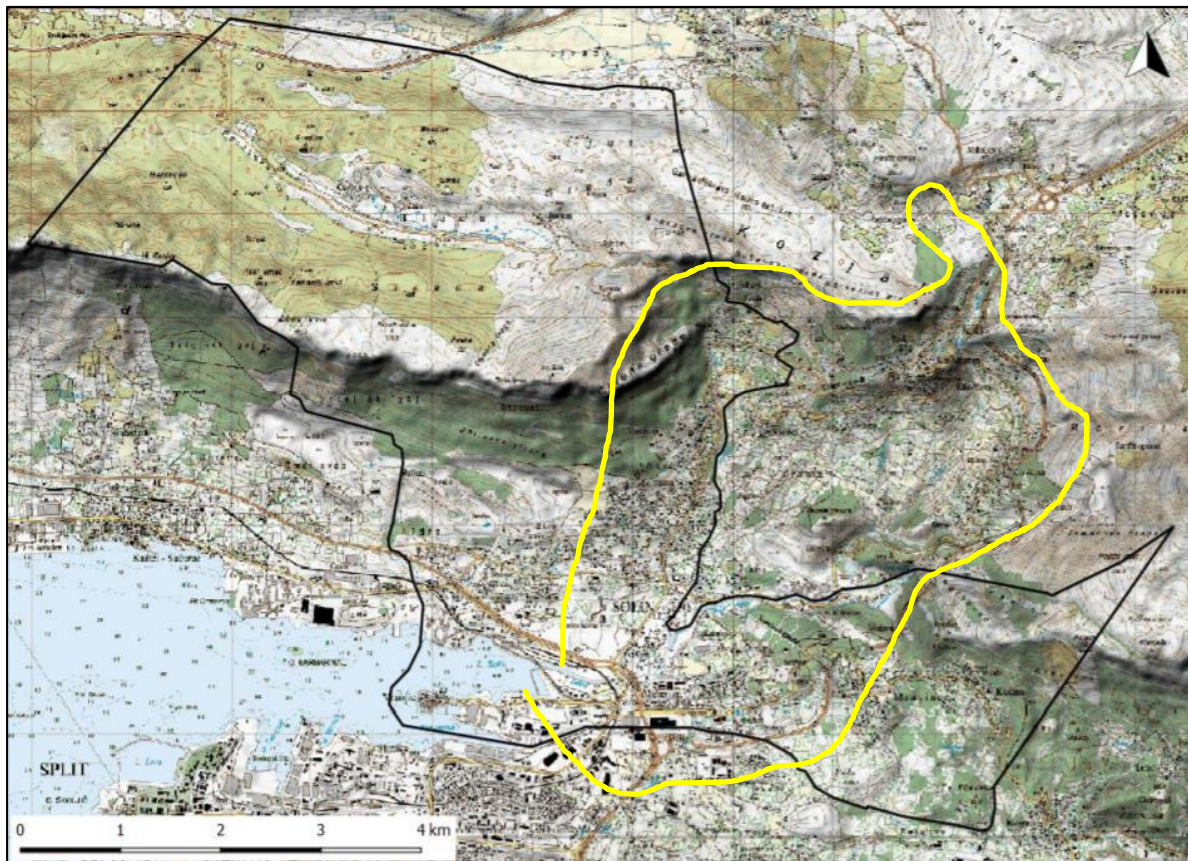
Ako se provede proračun korištenjem intenziteta oborina određenog perioda ponavljanja u funkciji trajanja otjecanja (ITP krivulje), tada se dobije jasnija slika o mogućim utjecajima dijelova topografskog sliva na vode rijeke Jadro i obalno more. Recimo, neka je sliv veličine 700 ha, koeficijent otjecanja $C = 0,4$, te mjerodavni intenzitet 50 l/s/ha, dobije se vršni protok $Q = 14 \text{ m}^3/\text{s}$. Ovo je protoka koja je veća od prosječne protoke rijeke Jadro. Veći intenziteti kiša i koeficijenti otjecanja će proporcionalno generirati veće količine tako da količine mogu biti vrlo velike i time velika prijetnja gradu i okolišu. Klimatske promjene donose veće intenzitete, olujna vremena i time veće prijetnje.

Stanje protoke u rijeci ovisi o koincidenciji vodnih valova koji se generiraju u pojedinim podslivovima topografskog sliva s vodama koje dotječu s izvora Jadro. Koincidencija voda je realna, a sumarna protoka ovisi o preklapanju karakterističnih hidrograma otjecanja. Istraživanja ovih pojava nisu do sada provedena. Takva istraživanja su neophodna za planiranje zaštite rijeke i grada Solina od velikih voda, a posebno za jačanje otpornosti rijeke Jadro i grada Solina na klimatske promjene.

Jasno je da topografski sliv može kratkoročno imati veliki utjecaj na količinsko stanje voda, te na kakvoću voda i mora. Može se reći da je ranjivost rijeke i grada Solina vrlo velika u odnosu na urbane vode. Zato su rijeka Jadro i grad dugoročno najviše ugroženi od promjena koje se događaju u topografskom slivu, odnosno u gradu Solinu i općini Klis.



Slika 38. Hidrografska mreža

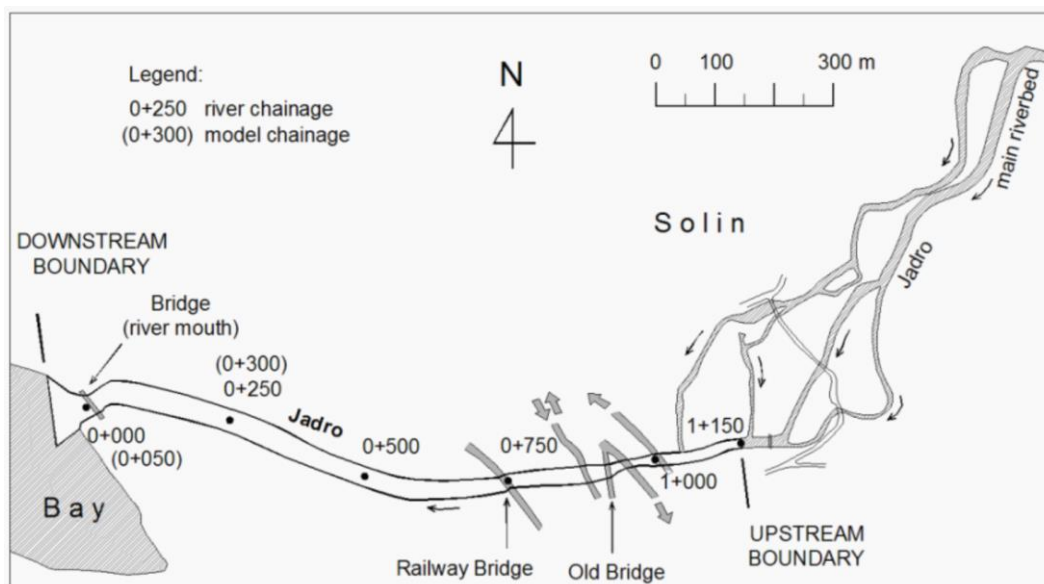


Slika 39. Topografska karta

27. Prijelazne vode i obalno more

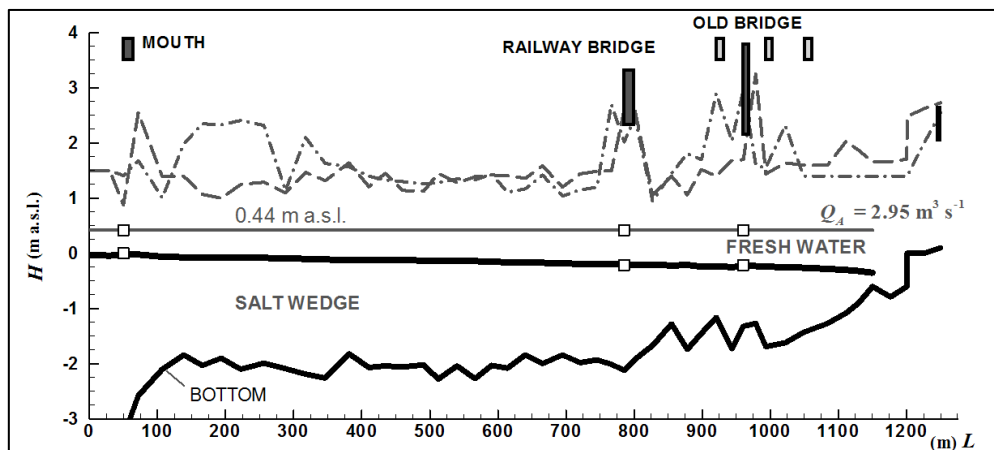
Prijelazne vode su posebno vodno tijelo rijeke koje je u kontaktu nizvodno s morem i uzvodno s rijekom. Stanje voda na ovom dijelu vodotoka je stoga rezultat utjecaja mora i dotjecanja rijeke. To znači da će stanje u budućnosti, kao i do sada, određivati kolebanje razine mora i režim voda rijeke. Klimatske promjene prognoziraju rast srednje razine mora i time veći utjecaj mora na vodotok Jadro, površinske i podzemne vode.

Rijeka Jadro ulijeva se u more Kaštelanskog zaljeva ($43^{\circ} 32' 05''$ N, $16^{\circ} 28' 33''$ E), blizu grada Splita. Rijeka se nizvodno od Gašpinih mlinica grana u više rukavaca koji čine deltu rijeke Jadro, a koji se potom spajaju u jedinstveni vodotok koji se ulijeva u more na jednom mjestu (slika 40).



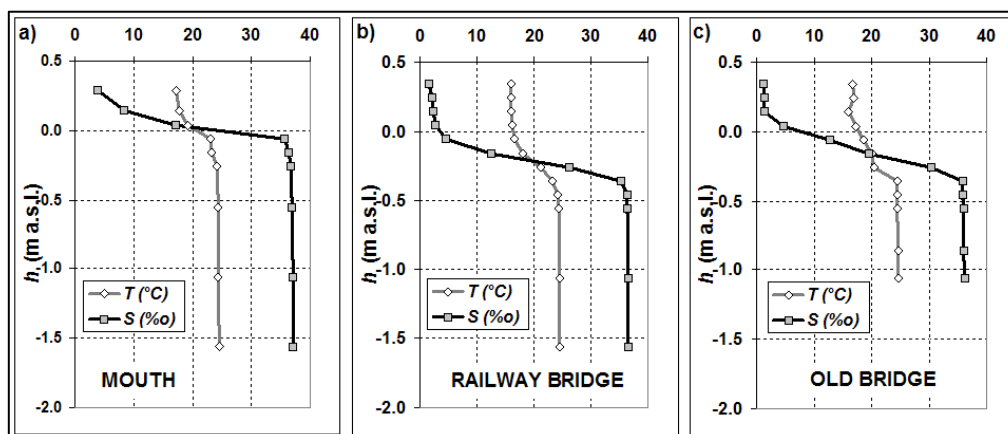
Slika 40. Prijelazne vode (Ljubenkov, 2015)

Duljina prijelaznih voda je 1150 m. To je dio vodotoka koji je izravno pod utjecajem mora, posebno tijekom malih voda. Brzine vode su male, a razina vode je pod utjecajem plime i oseke. Tijekom ljeta na izvoru se za potrebe vodoopskrbe oduzima oko 50 % vode izvora, te je utjecaj na prijelazne vode velik. Dotok slatkih voda u more je mali i bez većeg značaja za ekosustav mora. Stratifikacija stupca vode je dobro izražena i očekivana s obzirom na male oscilacije plime i oseke (slika 41).



Slika 41. Utvrđena površina vode i kontaktne površine od 11 sti 26.07.2012 (Q_A količina vode koja otječe rijekom) (Ljubenkov, 2015)

Salinitet (S) i temperatura vode (T) značajno se mijenjaju u ovom dijelu vodotoka (slika 42). Vrijeme izmjene vode na ušću je 37,36 sati. Volumen mora koji se nalazi ispod sloja slatke vode je značajno veći od volumena slatke vode, oko 42,13 tisuća m^3 u odnosu na 16,96 tisuća m^3 slatke vode (Ljubenkov, 2015). To je stanje u sušnom ljetnom periodu kada je protok rijeke najmanji. U zimskom periodu izmjena vode je značajno veća, ali za sada nije istraživana.



Slika 42. Rezultati mjerenja (26.07.2012): a) ušće (0+000), b) željeznički most (0+750), c) stari most (0+910). (Ljubenkov, 2015)

U kišnom periodu godine protoka je značajno veća, oko $9 m^3/s$, tako da će slatka voda pomaknuti kontaktnu zonu s morem dalje prema ušću. Kojom brzinom i koliko daleko, tek treba istražiti. U periodu studeni – svibanj, utjecaj rijeke na obalno more je najveći. U ovom periodu velike količine vode se ulijevaju u obalno more Kaštelanskog zaljeva donoseći hranjive tvari i sediment, ali i onečišćenja. Ekosustav obalnog mora Kaštelanskog zaljeva je pod velikim utjecajem slatkih voda rijeke Jadro. Zato svaka promjena u režimu voda rijeke ima za posljedicu i odgovarajuće promjene u

ekosustavu obalnog mora. Stanje i promjene u Kaštelanskom zaljevu već se dugo istražuju i dobro su poznate, a opisane su u brojnoj literaturi. Isto nije predmet ovog elaborata.

Na temelju provedene analize jasno je da se tijekom ljeta (lipanj – rujna) na području ušća i obalnog mora odvijaju procesi taloženja sedimenta i suspendiranih krutina. U kišnom razdoblju, pri većim protocima ($> 6 \text{ m}^3/\text{s}$), dolazi do taloženja u moru (Kaštelanski zaljev) nizvodno od ušća rijeke. U tom razdoblju, a posebno u razdoblju velikih protoka koje se redovito događa svake godine ($> 15 \text{ m}^3/\text{s}$), dolazi do intenzivnog ispiranja nanosa u koritu i transporta sedimenta i suspendiranih tvari dublje u Kaštelanski zaljev. To je period u kojem je mutnoća vode velika ($> 10 \text{ NTU}$). Može se pretpostaviti da se istaloženi materijal u koritu svake godine tijekom zimskog razdoblja transportira vodom u Kaštelanski zaljev. Stoga je u ovom razdoblju zaljev pod velikim utjecajem različitih tvari, kao i sedimenta koje vode donose iz sliva. Vrlo intenzivan utjecaj se javlja nekoliko puta godišnje tijekom jakih kiša kada protok vode na izvoru prelazi $30 \text{ m}^3/\text{s}$ i kada voda ima ekstremno veliku mutnoću ($> 20 \text{ NTU}$). U tom periodu je utjecaj topografskog i hidrološkog sliva na more velik. Utjecaj rijeke na more vrlo je dinamičan i ima isti oblik kao hidrogram otjecanja vode (slika 35). To je tipična karakteristika kraških rijeka.

28. Režim kakvoće vode

Mjerenje

Kakvoća vode rijeke Jadro mjeri se na izvoru, te na prijelaznim vodama nizvodno od mostova. Kakvoća vode koja dotječe u rijeku Jadro s područja topografsko sliva se službeno ne mjeri, a nema ni podataka koje su prikupili drugi dionici. Kakvoća vode na izvoru svakodnevno se uzorkuje i analizira, dok kakvoća vode na prijelaznim vodama samo nekoliko puta godišnje, najviše 12 puta. U nekoliko vremenskih perioda fizikalno-kemijski parametri kakvoće vode na izvoru su se mjerili kontinuirano. Najdulje se mjerila mutnoća vode. Sustav motrenja kakvoće vode treba proširiti na glavne pritoke Ozrnju i Rupotine, te povremeno analizirati i kakvoću oborinskih voda koje se ispuštaju u rijeku. Mjerenjem treba obuhvatiti sušni i kišni period te karakteristične protoke. Bez ovih podataka neće biti moguće pratiti kratkotrajne i dugotrajne promjene, niti racionalno i pouzdano planirati mjere zaštite i prilagodbe klimatskim promjenama.

Kakvoća vode na izvoru

Na kakvoću vode rijeke Jadro i time obalnog mora, tijekom cijele godine utječu vode na izvoru Jadro, te povremeno za vrijeme kiša i vode iz urbanog područja u topografskom slivu rijeke. Kakvoća voda bujica i oborinskih voda topografskog urbanog sliva se za sada nije ispitivala. Zato sve procjene o kakvoći vode u sustavu rijeke Jadro treba uzeti s rezervom.

Prirodne vode izvora se svrstavaju u tipične krške izvorske vode koje često imaju povećanu mutnoću. Voda izvora je voda kalcijsko-hidrogen-karbonatnog tipa. Ostatak kod isparavanja je mali, mineralizacija niska, kao i ukupna i karbonatna tvrdoća, koncentracija CO₂, klorida i sulfata je mala. Na značajke vode utječe vrijeme zadržavanja vode u vodonosniku koje je relativno kratko (Kapelj et al., 2002). Glavna značajka je izražena sezonska varijabilnost, a posebno mutnoća. Isto vrijedi i za vode rijeke Jadro.

Temperatura vode je oko 14 °C i malo se mijenja tijekom godine. Mutnoća je glavni kumulativni pokazatelj promjenjivosti kakvoće vode. Veličina oborina i time protoke je značajni čimbenik promjene mutnoće. Hodogram promjene mutnoće prati hodogram promjene protoke na izvoru s kašnjenjem od nekoliko sati. Dinamika je ista, veće proroke – veća mutnoća i obrnuto (slika 43). Kiša ispire površine sliva i donosi suspendirane i otopljene tvari u vodonosnik, iz kojeg voda brzo, bez značajnije filtracije istječe na izvoru. Zato je mutnoća proporcionalna veličini protoke na izvoru. Koeficijent kros-korelacija protoke i mutnoće je visok, $r_0=0,85$, $r_1=0,72$, i $r_2=0,6$ i trajna je značajka voda izvora Jadro.

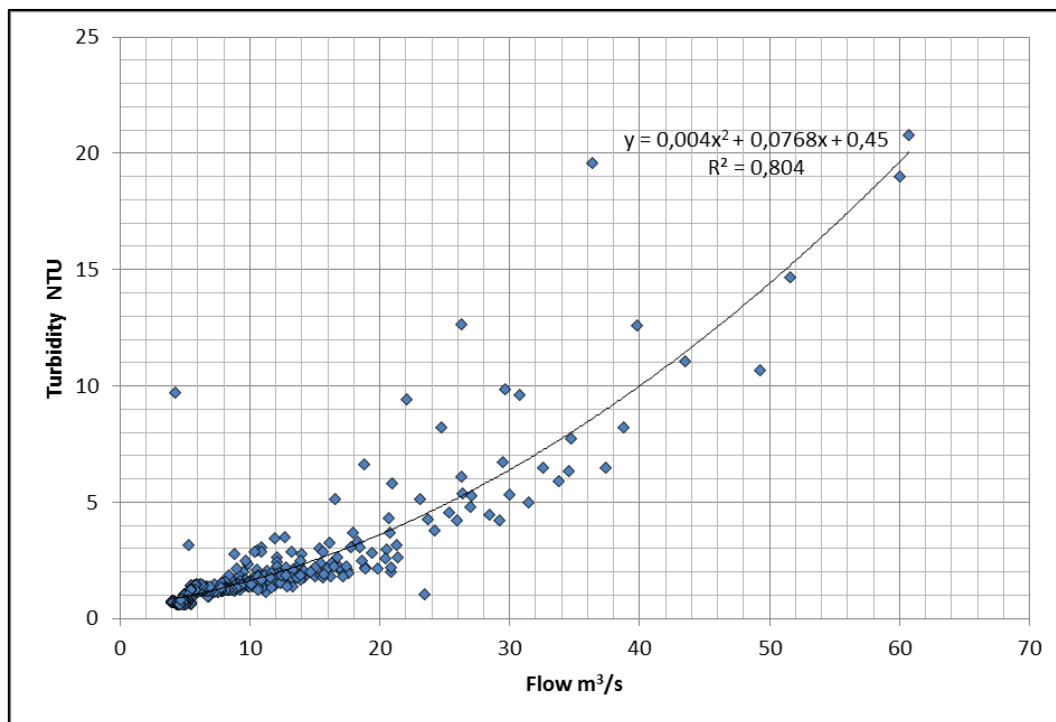
Prosječna karbonatna tvrdoća je 215 mg CaCO₃/l, pH 7,64, alkalitet 219 mg/L, a time CaCO₃ indeks saturacije između 0,09-0,35 (za temperaturu vode 13 – 16 °C) (Štambuk, 2006). Ove veličine ne uzrokuju značajnije taloženje CaCO₃.

Što se tiče drugih pokazatelja kakvoće vode, situacija je drugačija jer koncentracija tvari u vodi ovisi s jedne strane o teretu onečišćenja kojeg kiša donosi u vode, a s druge o ukupnom volumenu vode u kojem se onečišćenje razrjeđuje. Tako da kod velikih protoka koncentracija opada.

Rezultati analize za period 1979. – 2002. prikazani su u tablici 13.

Podaci ukazuju na onečišćenje voda komunalnim otpadnim vodama. Razlike između minimalnih i maksimalnih koncentracija su velike, što je očekivano s obzirom na hidrološke značajke izvora i veliku varijabilnost protoke. Klimatske promjene, a posebno varijabilnost oborina, povećat će ove oscilacije u budućnosti, što će značajno utjecati na rad uređaja za obradu vode za piće.

Sadašnja situacija je složenija jer se od 2000. godine sliv značajnije urbanizira. Uz to, od 2005. godine, u funkciji je i dijelom izgrađeni sustav odvodnje otpadnih voda koji odvodi otpadne vode iz područja Dugopolja u Solin i dalje na uređaj u Splitu. Zbog toga je opterećenje nešto drugačije i nepoznato jer nije detaljnije analizirano. Iz prikazanih podataka može se vidjeti da nema većih promjena u veličini pojedinih parametra kakvoće vode u periodu od 18 godina. Neke razlike se mogu pripisati greškama i razlikama u metodi mjerenja.

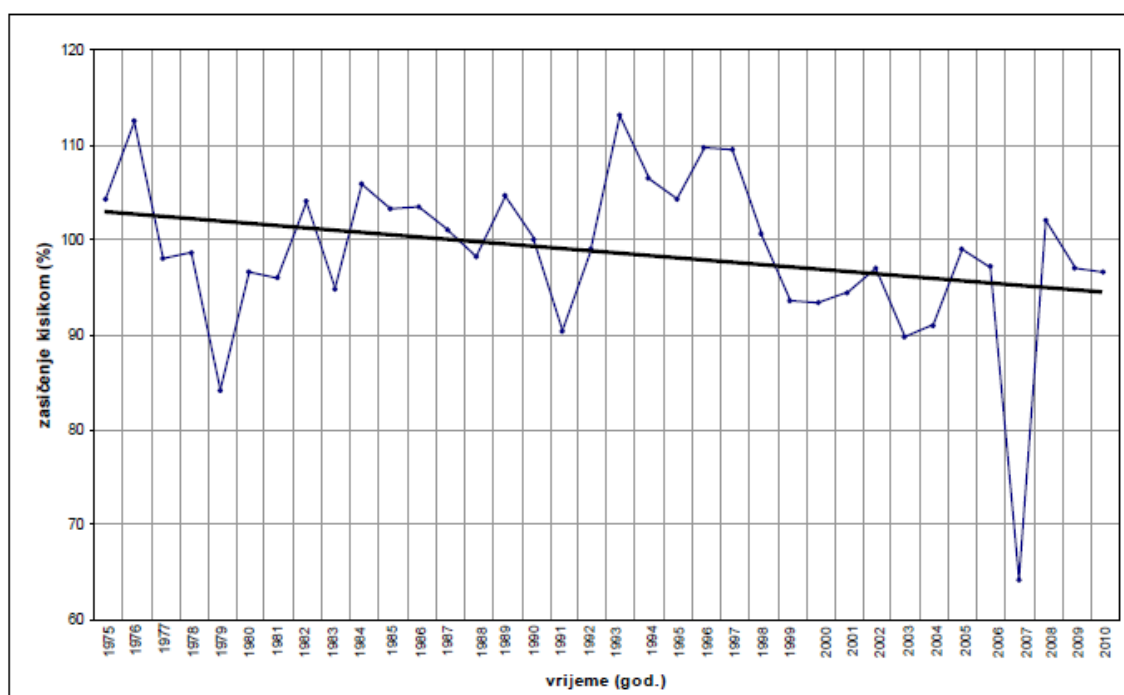
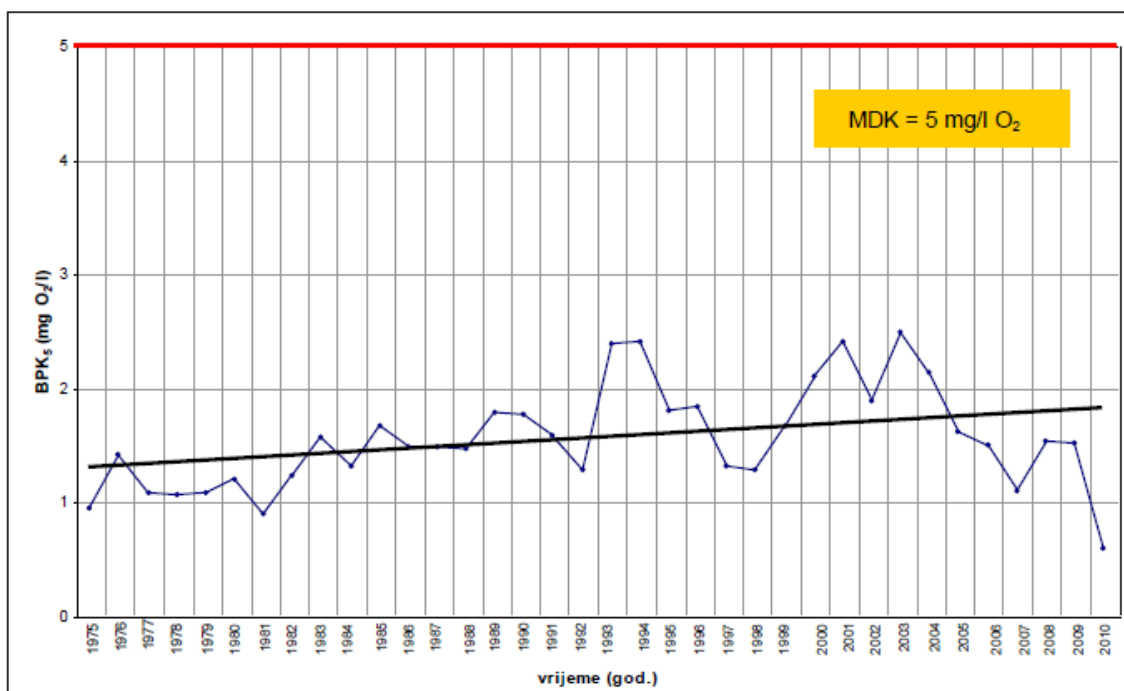


Slika 43. Nelinearna krivulje regresije mutnoće i protoke (period 1997. – 2003.)

Tablica 13. Parametri kakvoće vode na izvoru Jadro (1979. – 2000.; 2017. – 2018.)

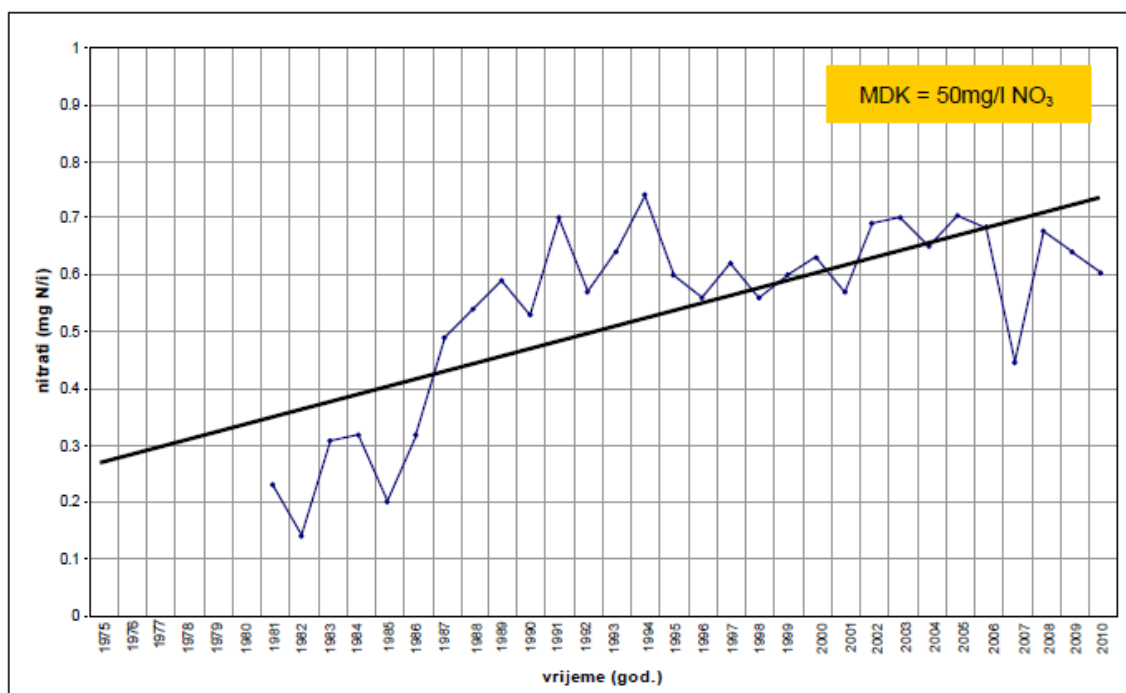
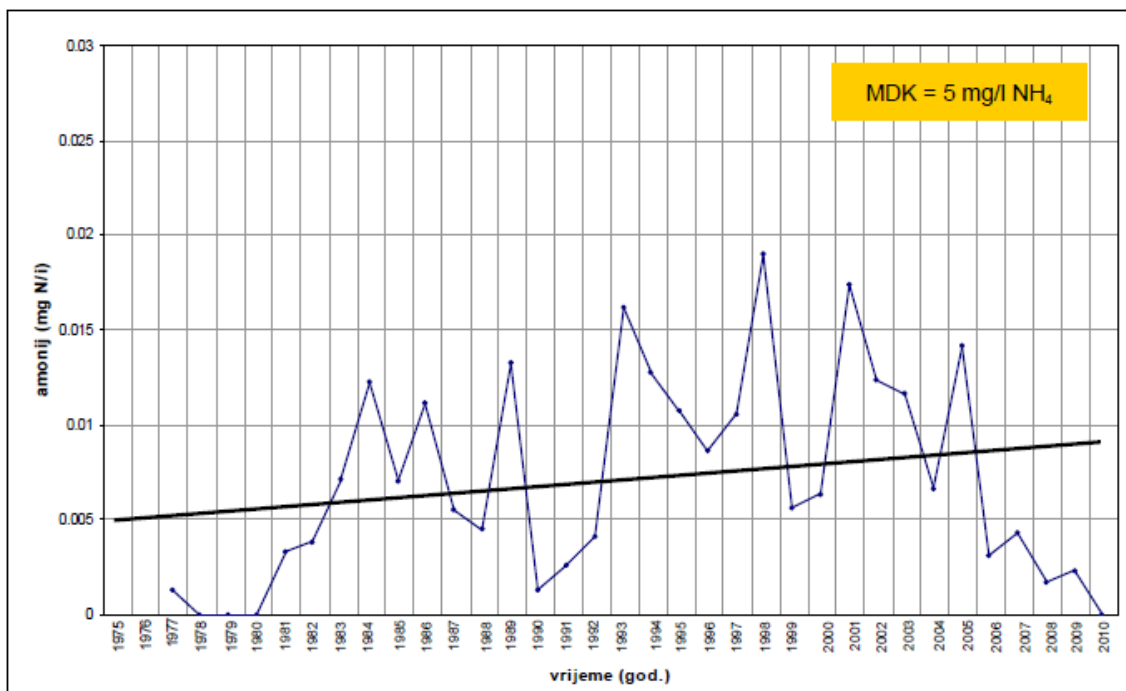
Parametar	1979. – 2000.			2017. – 2018.			MDK
	Maksim.	Sred.	Minim.	Maksim.	Sred.	Minim.	
T (°C)	15,2	12,8	12,0	14,0	13,35	12,5	25
pH	8,0	7,7	7,2	8,21	7,53	6,67	6,5-9,5
Cl (mg/l)	34	20	10	38,0	17,58	4,20	250
KMnO ₄ (mg/l)	11,24	9,34	8,33	-	-	-	-
CaCO ₃ (mg/l)	269,0	199,0	221,0	362,0	247,56	176,0	-
O ₂ (mg/l)	12,8	10,5	9,1	12,10	9,23	8,23	-
BPK ₅ (mg/l)	3,4	1,2	0,1	3,23	1,12	0,02	-
NTU	19,79	11,68	0,60	12,60	1,98	0,3	4
UB/l	1000	213	0,0	-	-	-	0
FCB/l	2400	326,5	0,0	2420	128,24	0,0	0
UN (mg/l)	0,98	0,14	0,0	0,73	0,65	0,59	1
UP (mg/l)	0,6	0,04	0,0	0,027	0,012	0,005	0,1
TOC	-	-	-	0,34	0,77	1,76	-

Trend promjena najbolje se uočava na sljedećim slikama (slike 44, 45, 46 i 47), na kojima su prikazane prosječne godišnje koncentracije pokazatelja onečišćenja u periodu 1975. – 2010. Prikazane su prosječne godišnje veličine koje oslikavaju samo *generalni trend promjena*, ali ne i stvarne veličine koje se javljaju, a koje značajno osciliraju u odnosu na prosječnu godišnju veličinu.



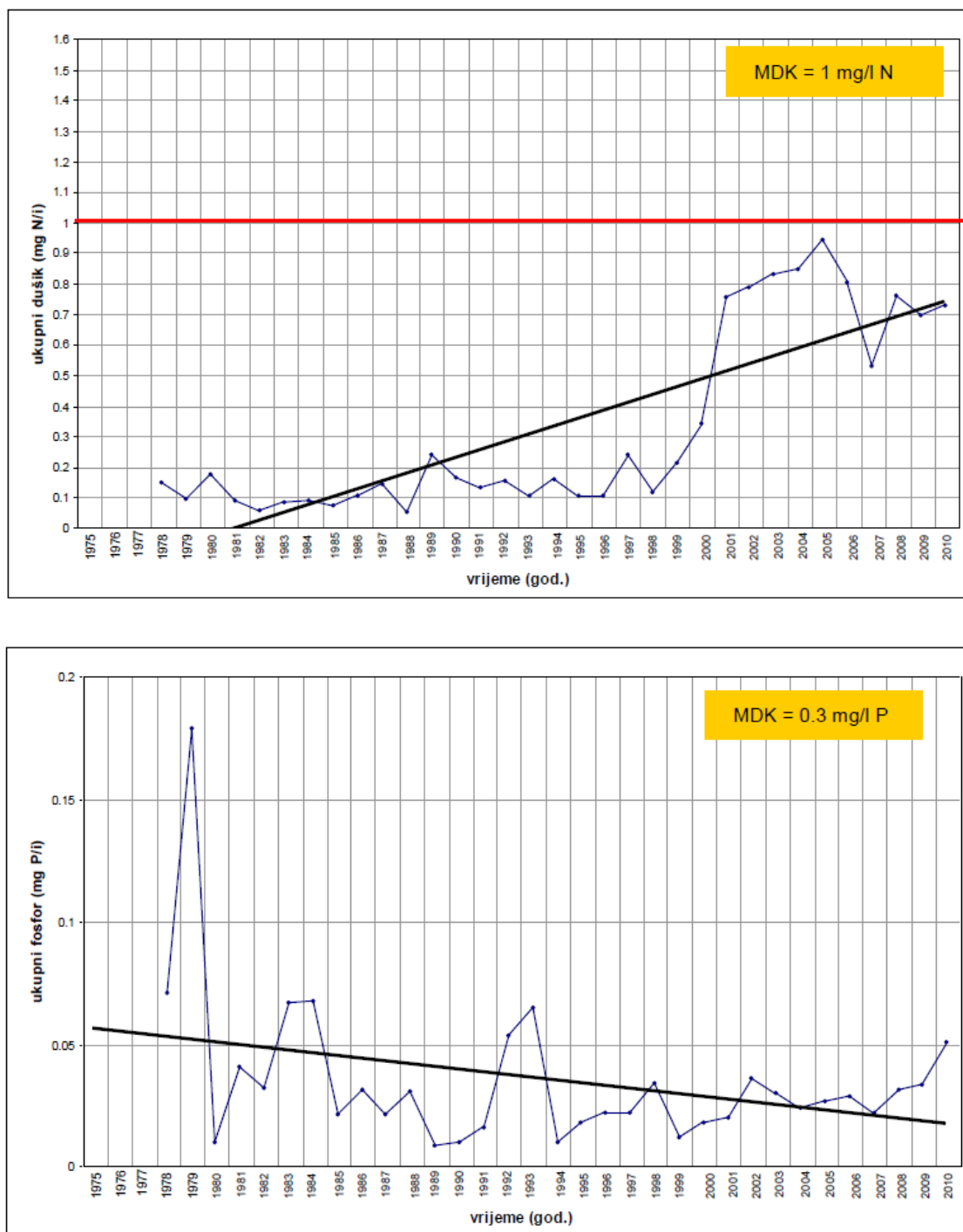
Slika 44. Trend pokazatelja režima kisika u izvornoj vodi Jadra (1975. – 2010. godina)

Trend režima kisika je nepovoljan zbog sve većeg onečišćenja voda organskim tvarima, uglavnom komunalnim otpadnim vodama. Međutim, i kod ovih parametara od 2005. godine vidljivo je smanjenje onečišćenja, što se možda može pripisati radu sustava odvodnje.



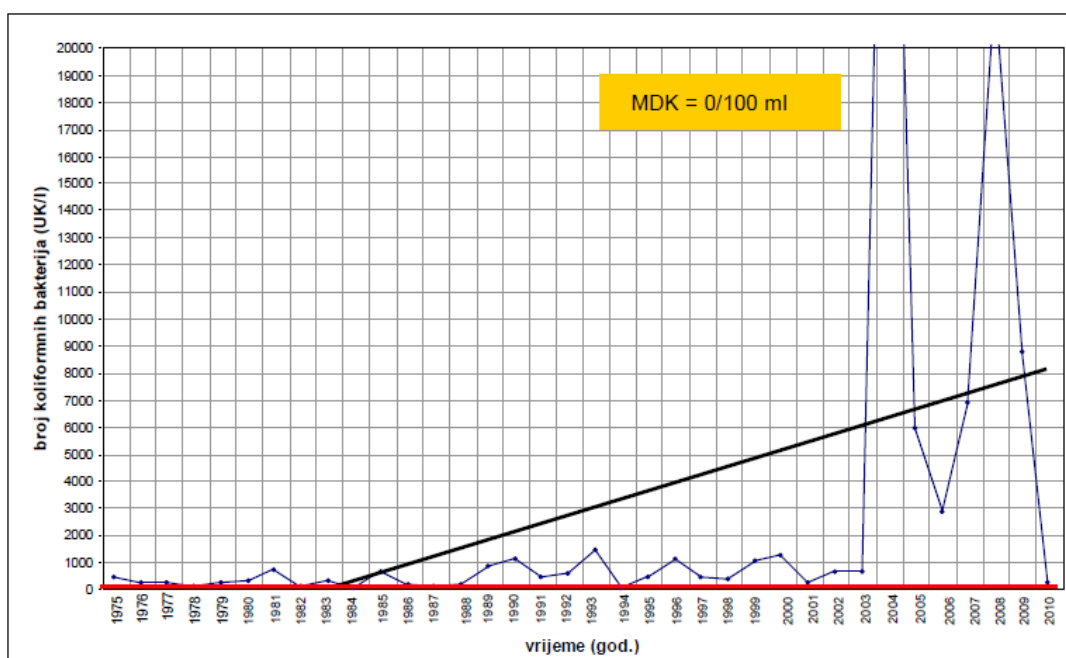
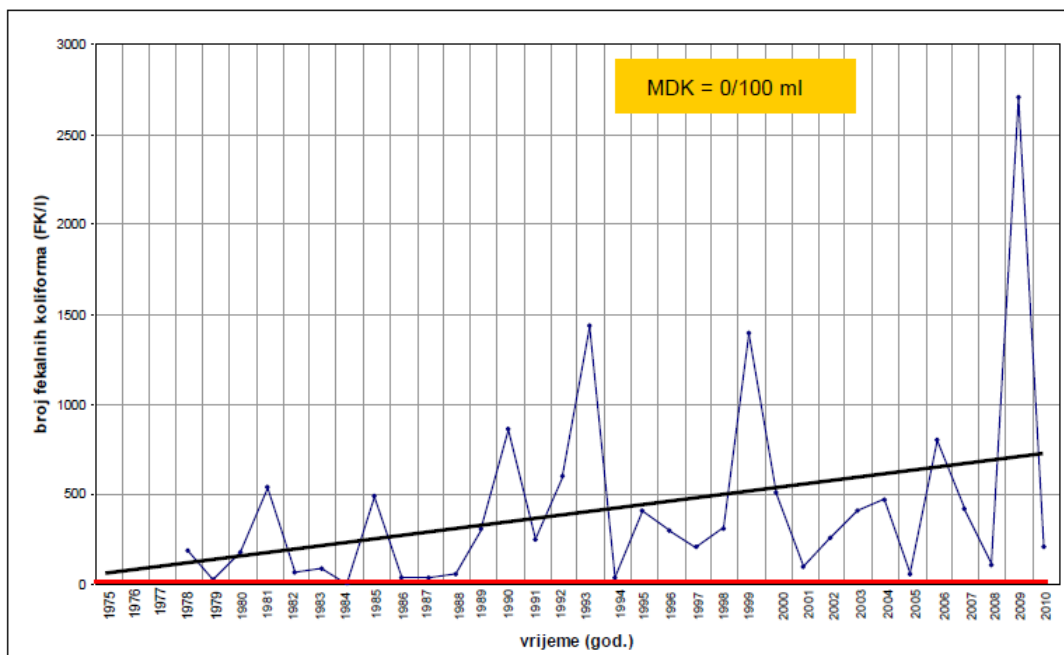
Slika 45. Trend hranjivih soli dušika u izvornoj vodi Jadra (1975. – 2010. godina)

Trend režima soli dušika je negativan zbog sve većeg onečišćenja voda tvarima (komunalnim otpadnim vodama i poljoprivrednih aktivnosti). Međutim, od 2005. godine, uočava se smanjenje koncentracije amonija kao rezultat odvodnje otpadnih voda izvan sliva.



Slika 46. Trend sadržaja ukupnog dušika i fosfora u izvornoj vodi Jadra (1975. – 2010. godina)

Ukupni dušik značajno raste od 1998. godine, a porast kod ukupnog fosfora je manji, ali od 2005. godine ponovo raste. Stvarni razlog nije poznat, ali bi se mogao povezati s intenzivnijom obradom zemljišta te onečišćenjem oborinskim vodama s prometnicama. Naime, primijenjeni mastolovi ne izdaju ove tvari već masnoće.



Slika 47. Trend sadržaja ukupnih koliformnih bakterija i fekalnih koliforma – izvor Jadra (1975. – 2010. godina)

Proizlazi da je volumen vode u kojoj se razrjeđuje onečišćenje velik, te su stoga koncentracije parametara kakvoće vode male za većinu fizikalno-kemijskih parametara. To ne vrijedi za mikrobiološke pokazatelje jer se radi o velikim brojevima bakterija. Zato je bakteriološko onečišćenje vidljivo i značajno. Uočava se značajan rast i varijabilnost poslije 2002. godine, iako je sustav odvodnje u funkciji. Očito da značajan broj domaćinstava nije priključen na kanalizacijski sustav, već koristi propusne sabirne jame.

Podaci o metalima su oskudni tako da je teško pouzdano definirati trend promjena. Količine su po svemu male u odnosu na volumen vode u kojima se nalaze. Sadržaj teških metala u vodama izvora u periodu 2004. – 2010. god. kreće se ispod graničnih vrijednosti (MDK) prema Pravilniku (NN 125/17) i pokazuje se trend opadanja sadržaja teških metala, osim željeza koje pokazuje trend povećanja količina.

U krškim, dobro aeriranim podzemnim vodama, izmjerene koncentracije su uobičajeno vrlo niske zato što se u takvim uvjetima većina teških metala istaloži u obliku željeznih oksidnih i hidroksidnih oblika ili s karbonatima u obliku prevlaka na prostorima i šupljinama okršenog podzemlja ili se apsorbira na površini krutih čestica (minerali glina, organska tvar i sl.).

U sušnom dijelu godine voda sadrži više klorida od tipičnih krških voda, no još uvijek je s 13 – 22 mg/l daleko ispod dopuštene granice od 200 mg/l.

Kakvoća vode rijeke Jadro

Kakvoća vode nizvodno od izvora je pod utjecajem voda s područja Solina i Klisa. Za sada je prema službenim ocjenama fizikalno-kemijski sastav vrlo dobar (BPK, KPK, UN, UP), kemijski dobar, a ukupno stanje loše (službena ocjena stanja). Koncentracije su povremeno veće od zabilježenih jer se stanje kontrolira jednom mjesečno što je nedovoljno za ozbiljniju analizu opterećenja vodotoka. Sadašnji monitoring program ne pruža potpunu sliku stanja voda niti promjena kakvoće voda u rijeci. Nedostaju mjerenja za vrijeme većih vodnih valova iz topografskog sliva (Solina i Klisa) kada su promjene kakvoće vode najznačajnije. Podaci o mutnoći vode, koja je u tim periodima vrlo velika, zorno ukazuju na te mogućnosti.

Kakvoća vode na ušću

Raspoloživi podaci kakvoće vode na mjernoj postaji prijelaznih voda za 2014. – 2015. godinu prikazani su u tablici 14 (Jukić, Antonija, 2018).

Tablica 14. Kakvoća vode na mjernoj postaji prijelaznih voda 2014. – 2015.

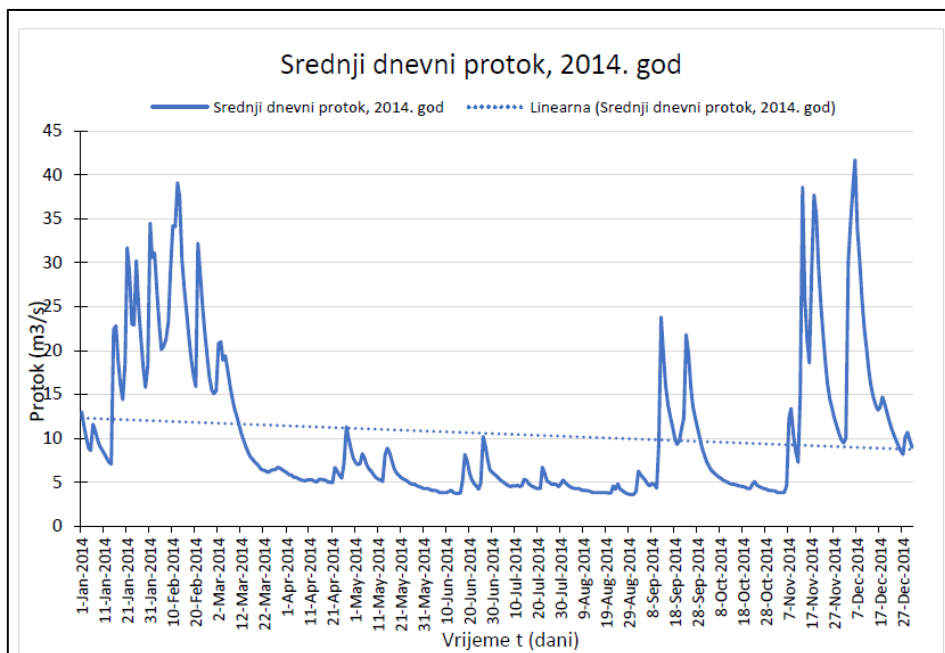
NADZORNI I OPERATIVNI MONITORING PRIJELAZNIH VODA_2014_2015																
VODNO TJELO	ZEM. SIRINA	ZEM. DUŽINA	NADZORNI MONITORING	OPERATIVNI MONITORING	VRIJEME UZORKOVANJA						DUBINA UZORKOVANJA	PARAMETRI ISTRAŽIVANJA				
					GODINA	MJESEC	DAN	SAT	MIN	z		FIZIKALNO-KEMIJSKI PARAMETRI: SECCHI, T, S, O ₂ , O ₂ (%), pH		HRANJIVE SOLI, NO ₃ , NO ₂ , NH ₄ , DIN, PO ₄ , SiO ₄	ORGANSKI UGLJIK	FITOPLANKTON
												Ntot	Ptot			
P1_2-JA	43.533194	16.483106	da	da	2014	8	24	10	0	0		43.37	0.436	0.60	1.23	112960
P1_2-JA	43.533194	16.483106	da	da	2014	8	24	10	0	2		39.50	0.505	0.74	1.15	59090
P1_2-JA	43.533194	16.483106	da	da	2014	11	13	12	35	0		40.53	1.220	0.52	0.57	8880
P1_2-JA	43.533194	16.483106	da	da	2014	11	13	12	35	2		42.06	1.063	1.17	0.50	nebrojivo
P1_2-JA	43.533194	16.483106	da	da	2015	1	31	11	15	0		56.61	0.458	<0.5	0.19	22980
P1_2-JA	43.533194	16.483106	da	da	2015	1	31	11	15	2		69.61	0.674	<0.5	0.24	201700
P1_2-JA	43.533194	16.483106	da	da	2015	2	27	11	50	0		70.29	0.773	0.57	0.2	42310
P1_2-JA	43.533194	16.483106	da	da	2015	2	27	11	50	2		74.41	0.418	0.58	0.22	55380
P1_2-JA	43.533194	16.483106	da	da	2015	5	12	10	45	0		53.59	0.624	3.03	2.1	8844880
P1_2-JA	43.533194	16.483106	da	da	2015	5	12	10	45	2		52.09	3.874	2.95	48.63	nebrojivo
P1_2-JA	43.533194	16.483106	da	da	2015	6	2	11	0	0		32.05	1.254	0.76	0.78	65180
P1_2-JA	43.533194	16.483106	da	da	2015	6	2	11	0	2		7.24	1.525	1.30	26.35	1747440
P1_2-JA	43.533194	16.483106	da	da	2015	8	20	11	35	0		45.47	0.765	0.72	0.82	152530
P1_2-JA	43.533194	16.483106	da	da	2015	8	20	11	35	2		43.33	0.825	1.20	9.47	274340
P1_2-JA	43.533194	16.483106	da	da	2015	11	17	12	30	0		44.17	0.529	0.99	0.14	109370
P1_2-JA	43.533194	16.483106	da	da	2015	11	17	12	30	2		7.77	0.970	1.24	0.75	637803

Radi se o malom broju podataka za ozbiljniju analizu promjena. Iz prikazanih podataka vidljivo je da su veličine koncentracija UN, UP (mmol m^{-3}) i TOC (mg dm^{-3}) vrlo različite, što zorno pokazuje dinamiku promjene koncentracije tvari tijekom godine. Niske koncentracije se javljaju uglavnom u sušnom, a visoke u kišnom periodu godine, iako ima odstupanja u odnosu na ovo pravilo. Očito je broj podataka nedovoljan za pouzdano zaključivanje.

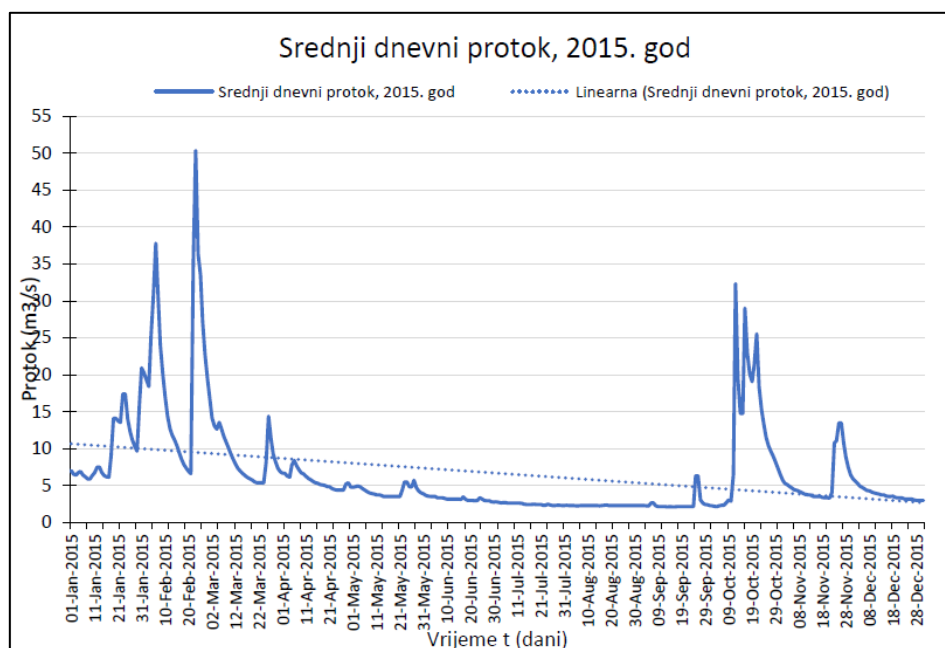
Tablica 15. Koncentracije i veličine dnevne protoke u vrijeme uzorkovanja

	Min	Q (m^3/s)	Maks	Q (m^3/s)	
UN	7,24 (lipanj)	3,55	74,41 (veljača)	22,66	
UP	0,436 (kolovoz)	4,80	3,874 (svibanj)	3,73	
TOC	< 0,5 (siječanj)	20,19	3,03 (svibanj)	3,73	
Chl a	0,14 (studeni)	3,526	48,64 (svibanj)	3,73	
Fit.pl.	8880 (studeni)	3,526	Nebrojivo (svibanj)	3,72	

Slično se događa i ako se analiziraju protoke rijeke (postaja Majdan) i veličine koncentracija. Veće koncentracije P, TOC i Chl a, javljaju se uglavnom kod vrlo malih protoka, dok UN kod većih (tablica 15). Proizlazi da veće kiše generiraju veće ispiranje terena, a time i veći teret onečišćenja, što je i očekivano. Preciznije informacije o uzroku promjena koncentracije bi se dobile analizom veličine kiša u topografskom slivu u periodu prije mjerenja. U svakom slučaju, vode rijeke Jadro na ušću dosta su opterećene organskim tvarima i hranjivim solima koje povremeno prelaze dozvoljene veličine.



Slika 48. Srednji dnevni protok za 2014. godinu (Jukić, Antonija, 2018)



Slika 49. Srednji dnevni protok za 2015. godinu (Jukić, Antonija, 2018)

Kakvoća vode koja dotječe iz topografskog sliva

Kao što je prethodno opisano, topografski sliv je kombinacija urbanog, poljoprivrednog i prirodnog terena. S ovih područja u rijeku Jadro i dalje u obalno more dotječu oborinske – površinske vode različitog kemijskog i fizikalno-kemijskog sastava. Podataka o kakvoći ovih voda nema jer iste nisu ispitivane. Međutim, mogu se koristiti podaci sa sličnih područja gdje su takva ispitivanja provedena. Urbane površinske vode najveći su izvor nekontroliranog zagađenja voda. Kiša ispire onečišćenje iz atmosfere, zatim onečišćenje koje se nalazi na tlu u urbanom području, prometnicama,

poljoprivrednom zemljištu, livadama, povrtnjacima, igralištima i travnjacima, na divljim odlagalištima, itd., i onečišćenja koje se nalazi u koritima i kanalima kojima voda teče. Sve to skupa čini teret onečišćenja koje oborinske vode donose u vodotoke, rijeku i more. Sastav voda vrlo je različit i mijenja se tijekom godine i tijekom samog procesa otjecanja. Vrlo je teško procijeniti teret onečišćenja kojeg urbane vode donose u rijeku zbog niza čimbenika koji utječu na taj proces. Koncentracije se dobiju mjerenjem, a veličine bitno ovise o trajanju sušnog perioda između dvije uzastopne kiše (tvarima koje su se istaložile na površinama). Najveće koncentracije i teret onečišćenja javljaju se na početku oborina, a s duljim trajanjem oborina koncentracija opada. Ukupni teret onečišćenja rezultat je produkta koncentracije i protoke. Procjena je da su koncentracije (mg/l) iz uobičajenih urbanih središta približno: P = 0,46, N = 3,31, KPK = 90, BPK₅ = 11,9, Zn = 0,176, Pb = 0,18, Cu = 0,047, a iz šumskog područja: P = 0,15 mg/l, N = 0,78 mg/l, a KPK > 40 mg/l. To su vrijednosti dobivene analizom voda velikog broja gradova u SAD-u. Koncentracije su značajne i mogu imati negativni učinak na prirodni ekosustav (eutrofikacija, smanjenje koncentracije kisika), kao i na čovjeka ako konzumira hranu uzgojenu u ovim ili s ovim vodama (povećanje koncentracije metala i drugih štetnih tvari u hranidbenom lancu). Klimatske promjene će mijenjati odnose između sušnog i kišnog razdoblja te intenzitet kiša, tako da će se mijenjati i dinamika ispiranja i transporta onečišćenja u vode, a time i količine tvari u vodama. Sušni periodi bi mogli biti dulji, a time bi prve kiše generirale veći teret onečišćenja i stres za ekosustave voda.

S obzirom na tendenciju povećanja urbanog područja na račun prirodnog, za očekivati je sve veći teret onečišćenja i sve veću ugrozu ekosustava i čovjeka. Ne treba zaboraviti i na značajno aerozagađenje koje se stvara na ovim prostorima zbog blizine Splita, kao i intenzivnog cestovnog prometa. Zato je nužno s vremena na vrijeme organizirati potrebna mjerenja i provoditi procjene tereta onečišćenja kako bi se pratio trend promjena i na vrijeme poduzimale mjere zaštite i jačanja otpornosti. Bez ovih aktivnosti neće se moći ostvariti sigurnost okoliša, niti održivost dobrog standarda življenja.

Promjene u rijeci

Analizirane su promjene koncentracije parametara između mjerne postaje na izvoru i postaje na prijelaznim vodama prije ušća za period 2014. – 2016. (tablica).

Tablica 16. Kakvoća vode izvora Jadro i prijelaznih voda rijeke Jadro za period 2014. – 2016.

Parametar	Izvor				Prijelazne vode			
	Maks	Sredina	Min	Medijan	Maks	Sredina	Min	Medijan
KPK-Mn (mg/l)	1,45	0,62	0,4	0,61	4,57	1,96	0,5	1,42
BPK₅ (mg/l)	3,4	1,2	0,1	0,8	4,19	2,08	0,67	1,06
USS (mg/l)	10,8	2,0	0,53	1,57	13,5	3,27	0,53	3,23
UN (mg/l)	0,6	0,534	0,372	0,566	1,64	0,80	0,45	0,25
UP (mg/l)	0,027	0,012	0,005	0,015	0,095	0,022	0,003	0,025

Vidljivo je da je kakvoća voda nizvodno od izvora značajno lošija. To jasno pokazuje da topografski sliv ima veliki utjecaj na kakvoću vode rijeke Jadro koja od izvora teče prema moru. Utjecaj onečišćenja iz topografskog sliva veličine od 28,2 km² daleko je veći od utjecaja hidrološkog sliva izvora Jadro koji je veličine od 130 km². Rezultat je očekivan s obzirom na naseljenost i veličinu urbanih zona u ovim slivovima, koje su daleko veće u topografskom slivu. Daljnje prenamjene u korištenju prostora u slivu, transformacija prirodnog u urbanizirani, sigurno će dovesti do daljnjeg pogoršanja stanja voda razmjerno veličini promjena. **Očito je da je urbanizacija sliva najveća prijetnja prirodnom okolišu, a time i održivosti življenja na ovim prostorima.**

Prognozirane klimatske promjene će pojačati sve negativne procese jer će ukupne količine vode biti manje zbog smanjenja veličine ukupnih godišnjih kiša i gubitaka vode zbog očekivanih povećanja temperature (evapotranspiracija). Veće temperature će ubrzati sve biokemijske procese, potrošnju kisika i smanjiti veličinu saturacije kisika u vodama, što će pogoršati fizikalno-kemijske značajke voda i stanje ekosustava voda i vodnog okoliša. **Međutim, prenamjena prirodnih površina u slivu je najbrža i daleko najveća prijetnja čovjeku i ekonomiji. Rješenja su jednostavna, umanjiti utjecaj urbanizacije kroz mjere koje jačaju prirodnu komponentu i zastupljenost prirodnog okoliša u urbanom prostoru. Takva rješenja nisu skupa niti složena.**

Zaključak

Rijeka Jadro ima značajno izmijenjene morfološke značajke na samom izvoru koji je izgubio svoj prirodni izgled i značaj. Izmjene su značajne i na najvećem dijelu rijeke od bujice Ozrnja do mora, a najveće promjene su se dogodile na dionici kroz uži centar grada Solina, gdje je korito rijeke kanalizirano, pretvoreno u betonske kanale. Na ovoj dionici vodotok je reguliran i izgubio je svoje prirodne značajke i prirodne funkcije u vodnom okolišu. Gubitkom prirodnih obala smanjuje se biološka raznolikost i usluge ekosustava te se povećava ranjivost voda i ekosustava, a time i življenja.

Manji dio gornjeg toka rijeke, od brane na izvoru do pritoke Ozrnja (mjerna postaja Majdan) donekle je zadržao svoje prirodno korito i obale, iako je na pojedinim dionicama različitim intervencijama došlo do izmjena. Sve nepotrebne intervencije treba ukloniti i prirodno stanje obnoviti.

Sliv rijeke Jadro (topografski) značajno se izmijenio te je značajno umanjio svoje prirodne značajke, morfološke i ekološke, a time su se izmijenili i procesi otjecanja i bilanca voda u slivu, rijeci i širem okolišu. Sigurnost okoliša sve je više ugrožena, a time i održivost življenja. Infiltracija vode u podzemlje se smanjila, a time i vlaga u zemljištu i količine podzemnih voda, a površinsko otjecanje povećalo.

Hidrološki sustav kao i režim voda rijeke Jadro je specifičan, složen i još uvijek nedovoljno istražen. Radi se o krškom i flišnom vrlo strmom terenu koji se utjecajem čovjeka značajno i brzo mijenja.

Izuzetno je važan resurs za društveno-ekonomski sustav kao i za okoliš koji je u slučaju Jadra vrlo raznolik i vrijedan. Temeljem provedene kratke analize, mogu se iznijeti sljedeći zaključci.

Hidrološki sustav ima dva glavna režima, kišni – zimski i sušni – ljetni. Režim količina i kakvoće voda bitno se razlikuje, a time i osjetljivost, kapacitet prilagodbe i ranjivost voda, prirodnog i izgrađenog okoliša i svih korištenja vezanih uz vode pa i prirodnog korištenja.

Zimski režim je potencijalna prijetnja za ljude i njihovu imovinu zbog povremene pojave velikih voda i plavljenja, te nekontroliranog unosa većih količina raznovrsnog onečišćenja u slatke vode, more i vodni okoliš, kao i nekontroliranog širenja onečišćenja u urbanom i prirodnom okolišu. Time nastaje sve veća prijetnja za zdravlje ljudi i okoliš. Ugrozu stvara i donos trošnog materijala sa strmih padina Kozjaka.

Ljetni režim je potencijalna prijetnja za pojavu suša; hidroloških, ekoloških, i društveno-ekonomskih. To je stalna i sve veća prijetnja sigurnosti okoliša i održivosti društveno-ekonomskog sustava. Vode će u okolišu biti manje, a potrebe će biti veće. Suša će ugroziti opstanak biocenoze što će pojačati procese erozije tla i transporta onečišćenja u vode, te smanjenje usluga ekosustava i time povećanje ranjivosti življenja, primjerice usluge regulacije klime, poplava, kvalitete vode, itd.

Hidrološki sustav i režim voda pod sve su većim utjecajem urbanizacije koja se odvija u slivu izvora Jadro, te u topografskom slivu rijeke Jadro. Izgrađene čvrste površine smanjuju prirodne površine i time i sve prirodne procese i usluge ekosustava, a povećavaju ispuštanje topline i stakleničkih plinova u atmosferu.

Urbanizacija (naseljavanje i industrijalizacija) je glavni generator stalnih promjena i *najveća prijetnja sigurnosti hidrološkog sustava*, prirodnog okoliša u sustavu, ali i održivosti društveno-ekonomskog sustava, odnosno življenja. **Klasična rješenja zaštite ne mogu značajnije ublažiti negativne posljedice te je nužan integralni pristup.**

Nastale promjene su velike, s tendencijom stalnog ubrzanog povećanja i time sve većom prijetnjom gubljenja svog prirodnog identiteta. Moglo bi se ugrubo reći da je prirodni vodni sustav rijeke i pritoka pod prijetnjom sloma iz kojeg više neće biti moguće obnoviti prirodne značajke, kao ni funkcije hidrološkog sustava rijeke.

Prijetnje okoliša u odnosu na čovjeka, prirodni i izgrađeni okoliš sve su veće. Time je rizik za korisnike voda sve veći, a posebno u odnosu na korištenje vode za piće i druge namjene, korištenje plodova iz mora i voda, te za prirodni i izgrađeni okoliš.

Klimatske promjene, kratkoročni šokovi, varijabilnosti ekstrema i dugoročne promjene, stvaraju novi okvir za još veću ranjivost, nesigurnost okoliša i održivost društveno-ekonomskog sustava, to jest dobrog standarda življenja.

Klimatske promjene će povećavati ukupne kiše u kišnom periodu te kratkoročne intenzitete i varijabilnost, a smanjivati ih u sušnom periodu godine, te će ukupno godišnje biti manje oborina. Dakle, svi negativni efekti vezani uz velike vode bit će još veći, a isto tako i negativni efekti vezani uz male vode.

Prognoziranim (već utvrđenim) porastom temperature zraka tijekom cijele godine, a posebno tijekom ljeta, gubici vode iz hidrološkog sustava bit će veći (evapotranspiracija) kao i potrebe za vodom. Odnos, opskrba – potrebe, bit će sve nepovoljnija, a time i rizik za okoliš i društveno-ekonomski sustav. Onečišćenje zraka, tla i voda će stalno rasti. Prijetnje su stalne i dugoročne pa bi i mjere morale imati iste karakteristike.

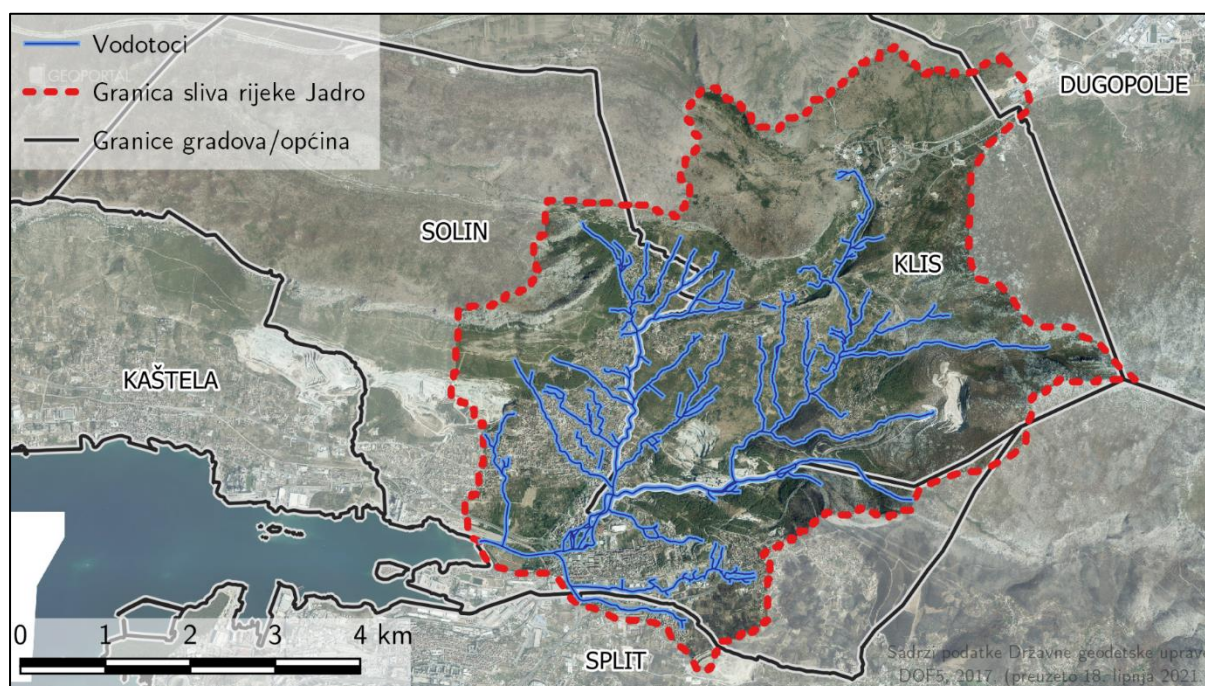
Suše su velika prijetnja održivosti življenja na krškim prostorima. Utjecaj povećanja temperature je višeznačan, a podjednako utječe na izgrađeni i prirodni okoliš te zdravlje ljudi. To će biti najveći izazov za čovjeka i njegov okoliš. **Nedostatak vode, hrane i energije te nedovoljna zaštita od prirodnih katastrofa ugrožava opstanak na nekom području.** To se ne bi trebalo dogoditi na području rijeke Jadro jer su i u prošlosti bile jednako tako velike prijetnje koje nisu ugrozile opstojnost na ovim prostorima pa ne bi trebale ni u budućnosti. To ne znači da ne treba poduzimati mjere prilagodbe i jačanja otpornosti.

29. Urbanizacija prostora - povijesni razvoj, obilježja i pritisci na okoliš (A.Grgić, M.Baučić, F.Gilić)

Urbanizacija prostora detaljnije se razmotrila za područje topografskog sliva, područje s kojeg se površinske vode slijevaju u tok rijeke Jadro i dalje u obalno more Kaštelanskog zaljeva. Prethodna analiza pokazala je da se 97 % područja topografskog sliva nalazi unutar administrativnih granica Općine Klis i Grada Solina. U tablici 17, prikazani su udjeli površina topografskog sliva po administrativnim jedinicama, a na slici 50 su prikazane granice topografskog sliva i administrativnih jedinica.

Tablica 17. Površine i udjeli topografskog sliva unutar administrativnih jedinica

Topografski sliv	Površina u km ²	Udio u slivu
Solin	11,6	37 %
Klis	19,0	60 %
Split i Dugopolje	1,0	3 %
Ukupno	31,6	



Slika 50. Granica topografskog sliva rijeke Jadro i administrativne granice gradova/općina (autor Frane Gilić)

Topografski sliv rijeke Jadro pod stalnim je pritiskom urbanizacije. Posebno su opterećeni pritoci čija je prirodna funkcija ugrožena mijenjanjem obilježja korita i nepovoljnim utjecajem ekstenzivne urbanizacije s aspekta opterećenja oborinskim vodama i drugih oblika zagađenja. Hidrografski sliv također je opterećen izgradnjom, što direktno utječe na kvalitetu vode izvorišta, dok urbanizacija

područja topografskog sliva direktno utječe na obilježja i promjene kvalitete vode od izvorišta do ušća, a posljedično i na karakteristike ekosustava duž toka rijeke.

30. Povijesni razvoj prirodno-kulturnih obilježja

Bogati povijesni razvoj solinskog i kliškog područja u naslijeđe je ostavio brojne arheološke lokalitete, stambenu, javnu i gospodarsku arhitekturu te infrastrukturne zahvate (mlinice, mostove, ribnjak, branu i ostale građevinske, hidro-energetske i inženjerske zahvate) koji uvelike oblikuju identitet prostora današnjeg Solina i Klisa i čine sastavni dio životne svakodnevice mještana, ali i formiraju mrežu turistički atraktivnih lokacija i mikroambijenata. Počevši od prvih naseljavanja, naselja ilirskih Delmata (s ostavštinom gradina), zatim preko kolonija grčke Isse te rimske Salonae (u konačnici statusa *Colonia Martia Iulia Salonae*), područje se razvija izgradnjom prometnica, vodne infrastrukture, poljoprivrede (s ostavštinom salonitanske centurijacije) te izgradnjom niza javnih građevina. Starokršćanski razvoj Salonae može se pratiti od 3. stoljeća kada se grad dičio najvećim prosperitetom. Cemetrijalne bazilike, biskupski dvor i krstionica te samostani u Rižinicama i Crikvinama s početka 6. stoljeća te kasnije izgrađena krunidbena bazilika kralja Zvonimira – crkva Sv. Petra i Mojsija, čiji se lokalitet danas naziva "Šuplja crkva", obilježile su izgradnju starokršćanskog razdoblja.

Nakon pada Salone i političkih prevrata, slijedi period starohrvatskog Solina kada gradski život zamire poprimajući obilježja zajednice orijentirane na stočarstvo i ratarstvo. Klis postaje sjedište hrvatsko-ugarskih kraljeva, a sve do sredine 17. stoljeća Solin biva pustošen provalama Turaka. Od 1648. polagano se obnavlja, čak i u nestabilnim periodima, da bi kroz 19. stoljeće Solin i kliški prijevoj dobili i trgovački značaj.

Prijelazom iz XIX. u XX. stoljeće, grad se prostorno razvija i širi, grade se prometni koridori i infrastrukture čak i preko područja rimske Salone. Izgradnja željezničke pruge Zagreb-Split te uskotračne pruge Split-Sinj infrastrukturna su osnova za razvoj cementne i azbestno-cementne industrije koja počiva na bogatim nalazištima lapora u solinskom području. Industrijalizacija, koja se ozbiljno zahuktala počevši s izgradnjom tvornice u Sv. Kaju 1904. i tvornice Majdan 1908. godine, znatno devastira prirodne vrijednosti rijeke Jadro i arheološka nalazišta, mijenjajući tako i urbanu strukturu solinskog naselja (nova radnička naselja i industrijska postrojenja koja su danas potentna za valorizaciju, prenamjenu i integraciju) te okolice (lučka postrojenja, eksploatacijska polja, transportne rute).

Tranzicijski period nakon Domovinskog rata utječe na promjenu klatna, industrija prestaje biti isključivi gospodarski oslonac Solina (novi trendovi doduše uključuju funkcionalnu cementnu industriju zajedno s nekim novim granama prerađivačke industrije), a administrativne promjene odnosa sa Splitom i okolicom, uz novi status grada utječu na promjene gospodarsko-društvenog fokusa što donosi pozitivne promjene u smislu valorizacije kulturno-povijesnog naslijeđa, ali i one negativne u smislu

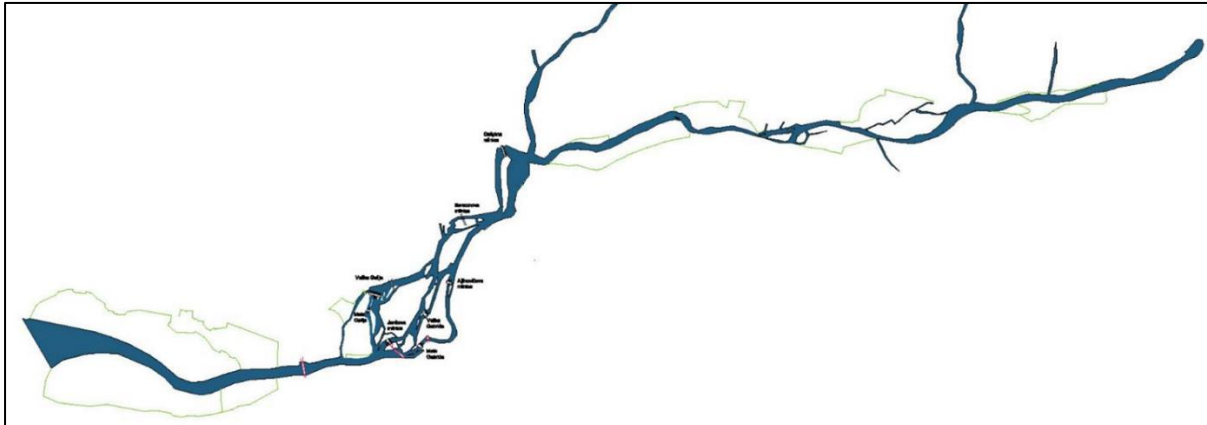
ekstenzivne urbanizacije. Naime utjecaj okolnog prostora, posebice Splita i to ekonomsko-demografskih mijena, utječu na veliki priljev stanovništva u solinsko-kliški kraj, a prostorno planski sustav teško je pratio promjene i percipirao posljedice naglog rasta.

Negativni utjecaji plavljenja i onečišćenja oborinskim vodama, naročito onima koje u vodotok dopiru s urbaniziranog područja, utječu direktno i na materijalnu, a posljedično i na nematerijalnu kulturno-povijesnu ostavštinu. Rizici kojima je prostor izložen ugrožavaju i kvalitetu stanovanja, posebice stoga što je nerijetko kontakt riječnog toka i izgrađenog prostora neposredan.

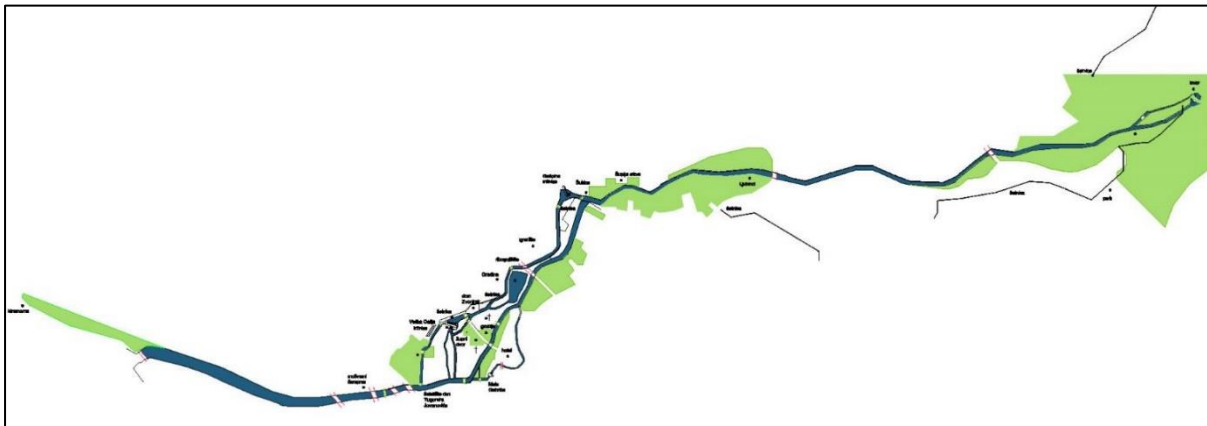
Usporedni prikazi sadašnjeg stanja toka rijeke Jadro (slika 53) i stanja iz 1830-e godine (slika 52) pokazuju da se tok značajno promijenio, i to prvenstveno širina korita u gornjem dijelu i na ušću, a značajno je izmijenjena razvedenost srednjeg dijela toka gdje se bilježi izrazita urbanizacija te posljedično i izgradnja velikih infrastrukturnih prometnih zahvata koji su u širem kontekstu značajni za razvoj Splita i okolice te povezivanje Splita s okolicom i zaleđem.



*Slika 51. Bogato povijesno naslijeđe solinsko-kliškog kraja
(izvori: Jakov Teklić, <http://www.solin-info.com/informacije>; www.dalmatinskiportal.hr)*



Slika 52. Prikaz toka rijeke Jadro, stanje iz **1830. godine** (autorica Ana Grgić)



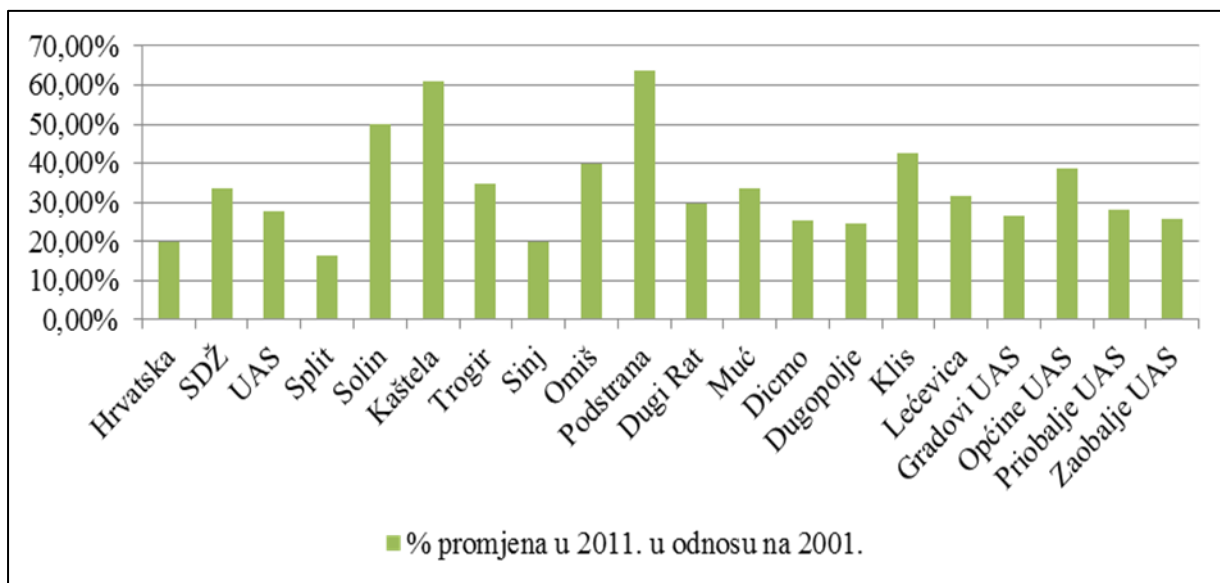
Slika 53. Prikaz toka rijeke Jadro, stanje iz **2021. godine** (autorica Ana Grgić)

31. Demografska obilježja i obilježja stambene i industrijske izgradnje

U osvrtu na rast broja stanovnika, u Integralnoj studiji prostorne valorizacije rijeke Jadro navodi se: „Zanimljiv je gotovo stalan trend kontinuiranog rasta ukupnog broja stanovnika od sredine 19. stoljeća, vidljiv i kroz praćenje prvog modernog popisa stanovništva 1857. godine. Od tada je do 1910. broj stanovnika značajno narastao s 1898 na 3710 stanovnika povezano uglavnom s industrijalizacijom solinskoga kraja. Potom je u razdoblju od 1921. do 1931. zabilježen rast od oko 37% pripisan svojevrsnom „baby boomu“ nakon Prvog svjetskog rata, no Drugi svjetski rat je gotovo anulirao taj porast umanjnjem od približno 20%.“

Broj stanovnika po hektaru za Klis iznosi 4081 st./148 ha, a za Solin – 23926 st./34,34 ha. Što se tiče postotne promjene u broju stanovnika za razdoblje 2001. – 2011. godine, ona za Solin iznosi 25,85 %, a za Klis 9,94 %. Pozitivan prirast međutim može navesti na krive zaključke, naime trendovi su negativni, broj rođene djece je u opadanju za razliku od porasta broja umrlih. „Grad Solin u

promatranom razdoblju ostvario je pozitivan prirast stanovništva. Međutim, i trend rođene djece je u opadanju, što se odražava na stopu nataliteta. Broj umrlih je u porastu te je samo pitanje vremena kada će ostvariti negativan prirast ukoliko se nastavi isti trend.“ (iz radne verzije Strategije urbane aglomeracije Split). Daljnja urbanizacija topografskog sliva rijeke Jadro predviđa se kontinuiranim demografskim rastom područja. U razdoblju 2001. – 2011. rast stanovništva iznosio je 26 % za Grad Solin i 10 % za Općinu Klis. Rast je pritom prvenstveno rezultat migracije (proširenje splitske urbane aglomeracije), a ne rezultat prirodnog priraštaja stanovništva.



Slika 54. Promjena stambenog fonda u Hrvatskoj, Splitsko-dalmatinskoj županiji i gradovima i općinama UAS od Popisa stanovništva 2001. do Popisa stanovništva 2011., porast u % (izvor: DZS, Popis stanovništva 2001. i 2011., obrada autora. (SUAS, radna verzija))

Od ukupno popisanih 24.282 stanovnika u Gradu Solinu 2011. godine, u Solinu živi 20.335 stanovnika. Prema istom popisu se broj stambenog fonda povećao za 50 % u odnosu na popisano u 2001. godini. Raste broj napuštenih stanova, te nenastanjenih stanova, odnosno od ukupnog broja stanova, 85,2 % je nastanjeno, 13,5 % je nenastanjeno, a 1,3 % napušteno.

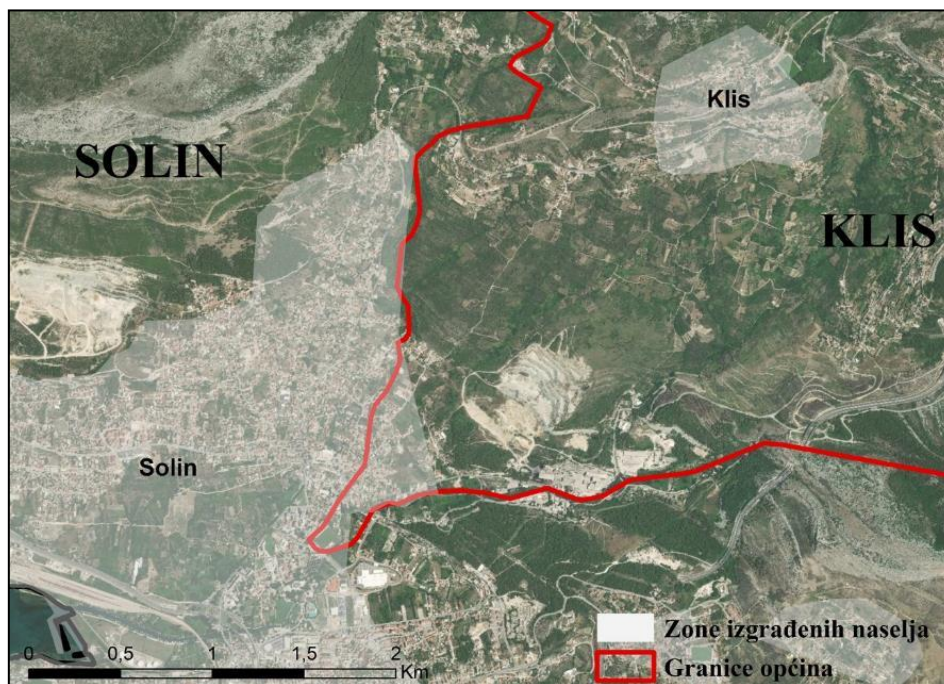
Iz popisane strukture stanova bilježi se veća zastupljenost većih, trosobnih i četverosobnih stanova od 40 % i 20 % u odnosu na zastupljenost dvosobnih i jednosobnih od 25 % i 11 %, što načelno ukazuje na veću zastupljenost stanovanja u obiteljskim kućama. To je i proporcionalno hrvatskom statusu privatnog vlasništva nad stambenim nekretninama, koji je u Solinu iznosio 98 % za nastanjene stanove.

Nalazimo se u popisnoj 2021. godini u kojoj će očekivano ovi rezultati biti značajno različiti. Zadnje desetljeće je obilježeno velikim odljevom stanovnika potaknuto ulaskom Hrvatske u EU, ali i značajnim nezadovoljstvom gospodarskom situacijom. S obzirom na kroz zadnje desetljeće očitovanu jaču migraciju mladih obitelji iz Splita u Solin zbog sve težih financijskih uvjeta rješavanja stambenog pitanja

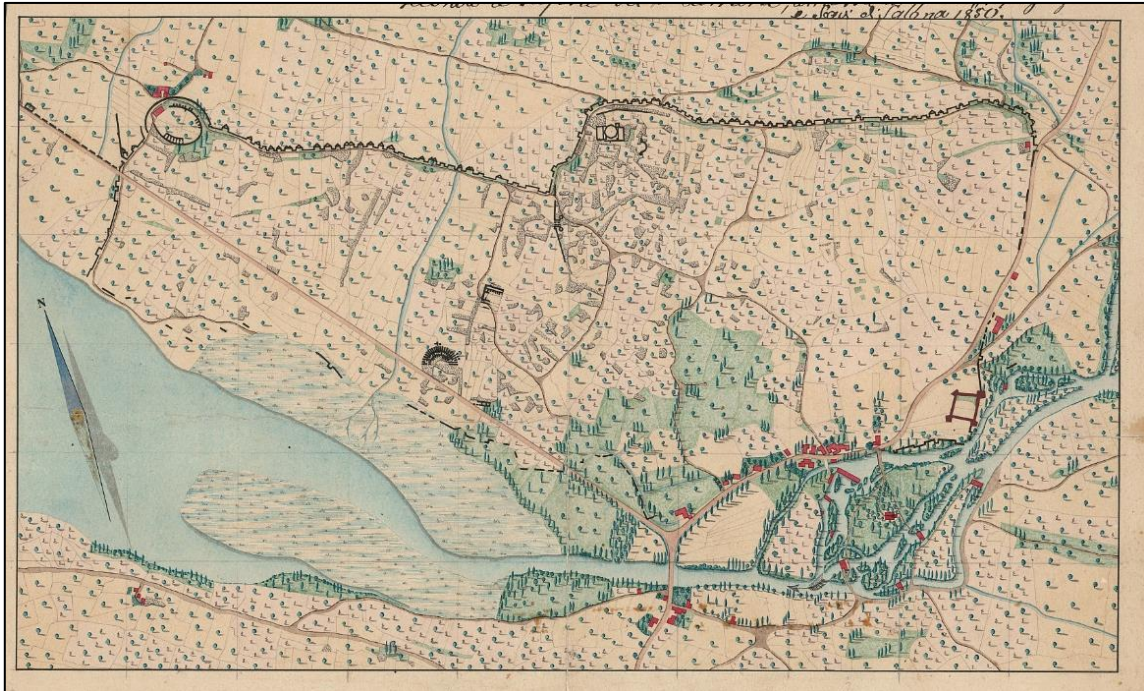
u Splitu, očekivano će se taj trend nastavljati te samim tim utjecati i na podizanje cijena nekretnina u samom Solinu.

Stotinjak hektara zaštićenog prostora arheoloških nalazišta locirano je u samom težištu grada, a sam oblik teritorijalnog područja Solina u koje se duboko zabilo područje Općine Klis do samog gradskog centra, dijeli ga na jugoistočnu i sjeverozapadnu zonu.

Stoga je generirana situacija relativno malo zastupljenog stanovanja u središtu grada, te nastajanje tri prostorna ogranka stanovanja (istočni, sjeverni i zapadni) povezanih preko središnje locirane zaštićene arheološke zone i gradskog centra. Prostorno-planski su stambene zone podržane rezervacijom prostora za izvedbu objekata društvene namjene i socijalne podrške koje se sukladnom dinamikom i realiziraju (Integralna studija prostorne valorizacije rijeke Jadro, 2021.).



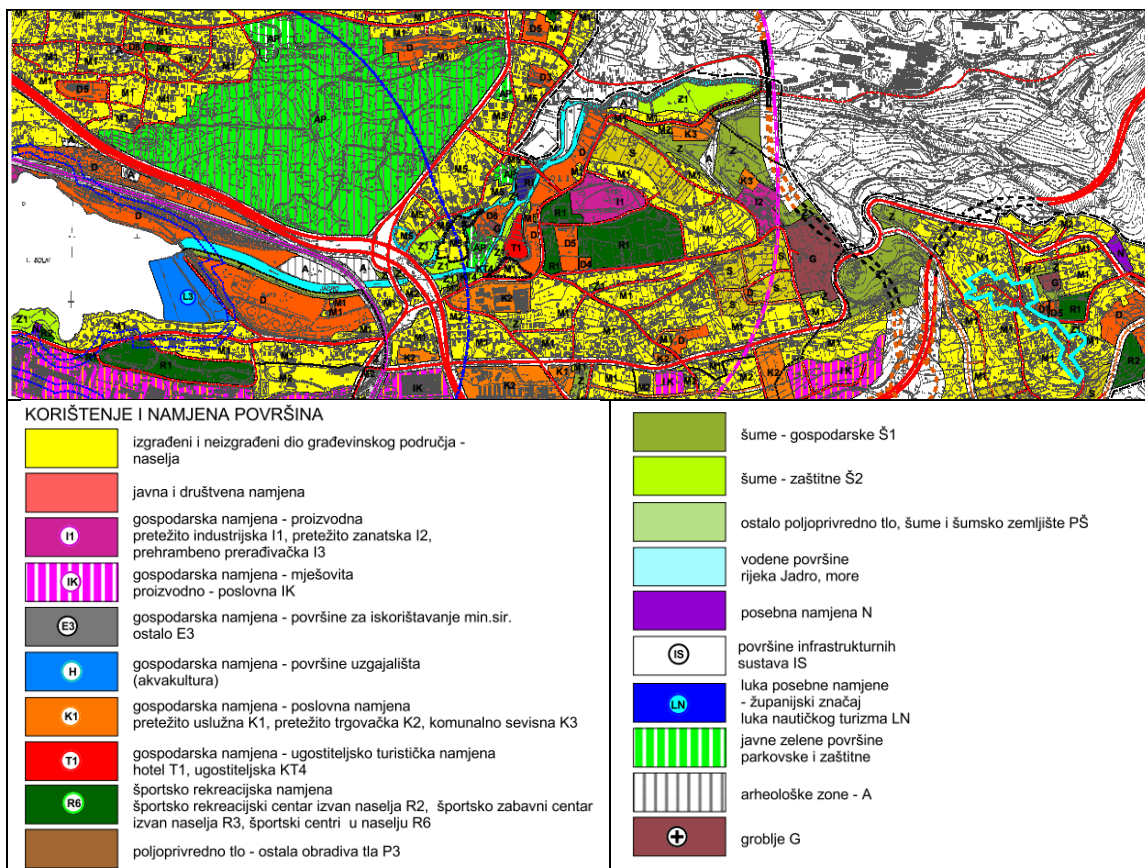
Slika 55. Prikaz zona izgrađenih naselja i granica općina



Slika 56. Solin 1850. godine (Arsen Duplančić, *Salona in a painting by Carl Haase, Tusculum : časopis za solinske teme*, Vol. 9 No. 1, 2016.)



Slika 57. Solin 2021. godine (<https://www.openstreetmap.org/#map=15/43.5342/16.4918>)



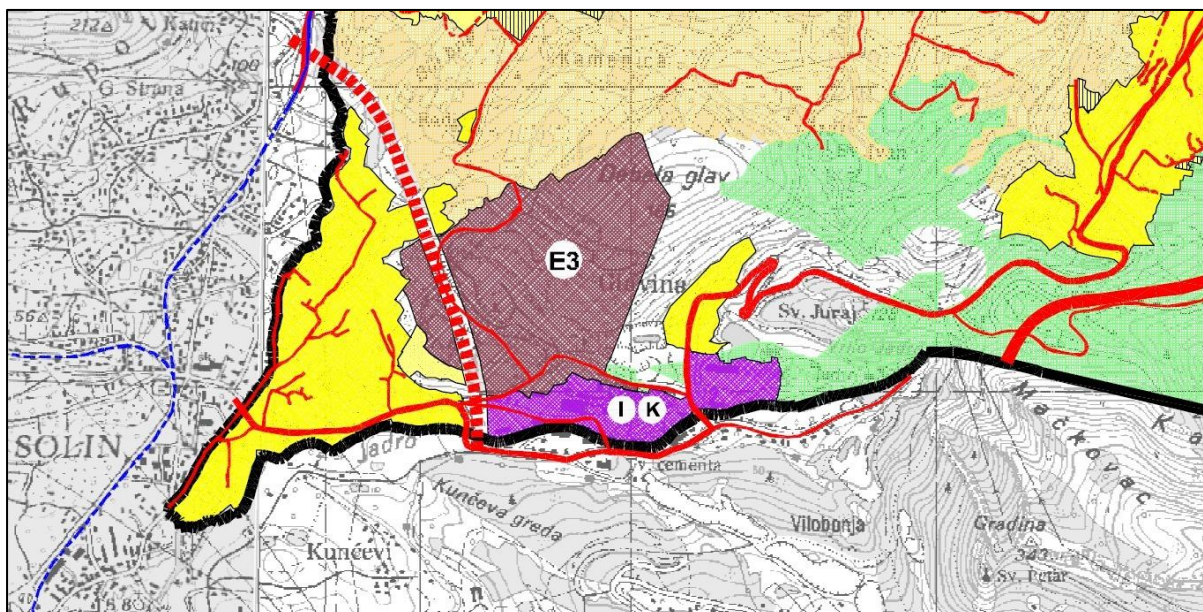
Slika 58. Generalni urbanistički plan (GUP) Grada Solina

Što se tiče industrijske izgradnje, u industrijska *brownfield* područja u gradu Solinu spadaju sljedeći objekti, odnosno područja: Područje tvornice Salonit, područje Pivovare, Mravinačka kava, tupinolom u Mravincima, ranžirni kolodvor i željeznica na ušću Jadra, zgrada prije kina ex. Voljak, Vranjička kava, Dom kulture u Majdanu, ribnjak u Solinu te prostor za izmještanje solinskog ribnjaka u Majdanu. Od vojnih *brownfield* područja tu su vojni bunker. Prodajno-poslovni centar Priko vode svrstan je u posebnu kategoriju *brownfield* područja.








Područje ranžirnog kolodvora i željeznice sa svojih oko 90.000 m² te tvornice Salonit sa svojih oko 50.000 m² predstavljaju najveća *brownfield* područja u gradu Solinu, a slijede Vranjička kava koja se prostire na oko 40.000 m² te tupinolom u Mravincima koji se prostire na oko 30.000 m². Za grad Solin dostavljeni su i podaci za sljedeće objekte, odnosno područja koja se nalaze u prvobitnoj funkciji: napuštena kava u Sv. Kaju (ex. Dalmor), punionica *Coca Cola*, brodogradilište Vranjic, tvornica cementa Sv. Kajo te ribnjak u Solinu koji je u prijedlogu izmještanja pa se stoga može svrstati u kategoriju *brownfield* područja. Brodogradilište Vranjic, tvornica cementa Sv. Kajo i INA tankerski vez nalaze se na pomorskom dobru pod upravljanjem Lučke uprave Split. (SUAS, radna verzija, izvadak)

Sukladno PPU Klis, na području općine Klis nalaze se četiri površine namijenjene za iskorištavanje mineralnih sirovina – eksploataciju kamena, i to:

- u Brštanovu (19,3 ha),
- u Dugobabama (21,8 ha),
- u Majdanu (44,3 ha), sanacija,
- u Klis-Kosi (27,5 ha), sanacija.



Slika 59. Prostorni plan uređenja (PPU) Općine Klis

RAZVOJ I UREĐENJE POVRŠINA NASELJA	
	IZGRAĐENI DIO
	NEIZGRAĐENI DIO
	NEIZGRAĐENI, KOMUNALNO UREĐENI DIO
RAZVOJ I UREĐENJE POVRŠINA IZVAN NASELJA	
GOSPODARSKA NAMJENA	
	PROIZVODNO - POSLOVNA NAMJENA I - proizvodna; K - poslovna
	ŠPORTSKO-REKREACIJSKA NAMJENA R- športski centri
	POVRŠINA ZA ISKORIŠTAVANJE MINERALNIH SIROVINA E3 - eksploatacija kamena
POLJOPRIVREDNO TLO	
	VRIJEDNO OBRADIVO TLO

Slika 60. Legenda PPU-a Klisa

32. Planiranje urbanizacije i klimatske promjene

Važeći prostorno-planski dokumenti na području topografskog sliva su Prostorni plan uređenja Grada Solina (PPUG Solina), Generalni urbanistički plan (GUP) Grada Solina (slika 58) i Prostorni plan uređenja (PPU) Općine Klis (slika 59).

Temeljem podataka PPU-a Grada Solina i PPU-a Općine Klis, planirana namjena i korištenje prostora u topografskom slivu prikazana je u tablicama 18 i 19.

Tablica 18. Površine i udjeli planirane namjene unutar topografskog sliva – po administrativnim jedinicama

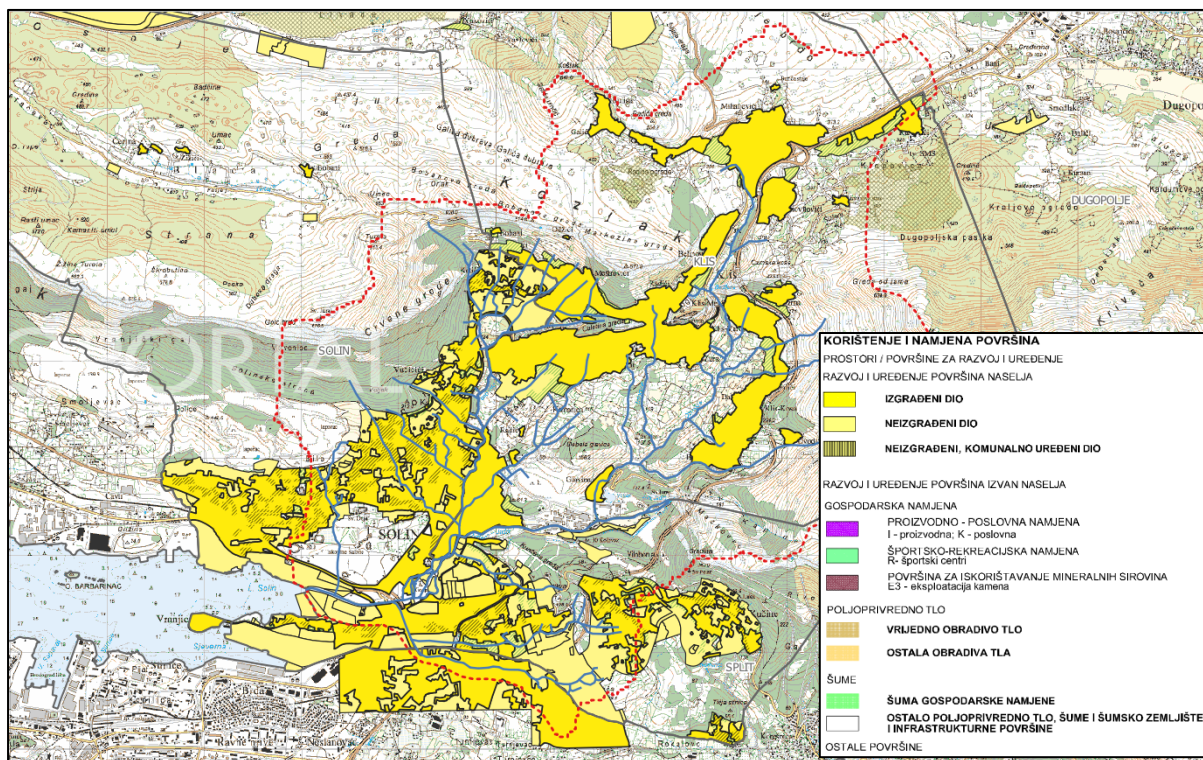
Planirana namjena	Površina u hektarima	Postotak
Topografski sliv – unutar Grada Solina		
Izgrađeni i neizgrađeni dio građevinskog područja naselja	396,41	33,73%
Ostalo poljoprivredno tlo, šume i šumsko zemljište (PŠ)	179,99	15,32%
Šume (zaštitne, Š2)	155,07	13,20%
Šume (gospodarske, Š1)	112,37	9,56%
Arheološke zone (A)	91,93	7,82%
Javne zelene površine (parkovske i zaštitne)	51,14	4,35%
Javna i društvena namjena	41,76	3,55%
Gospodarska namjena (mješovita - proizvodno-poslovna)	37,84	3,22%
Gospodarska namjena (površine za iskorištavanja mineralnih sirovina)	35,19	2,99%
Športsko rekreacijska namjena (R2, R3, R6)	21,72	1,85%
Gospodarska namjena (poslovna namjena, K1, K2, K3)	16,23	1,38%
Vodene površine (rijeka Jadro, more)	10,44	0,89%
Poljoprivredno tlo (ostala obradiva tla, P3)	9,83	0,84%
Gospodarska namjena (I1, I2, I3)	5,99	0,51%
Groblje	5,60	0,48%
Luka posebne namjene (županijski značaj, luka nautičkog turizma, LN)	1,40	0,12%
Gospodarska namjena (ugostiteljsko turistička namjena, T1, KT4)	1,25	0,11%
Gospodarska namjena (površine uzgajališta, akvakultura)	0,77	0,07%
Posebna namjena (N)	0,20	0,02%
Ukupno	1175,15	100,00%
Topografski sliv – unutar Općine Klis		
Šuma gospodarske namjene	837,43	43,79%
Izgrađeni dio	354,84	18,55%
Ostalo poljoprivredno tlo, šume i šumsko zemljište i infrastrukturne površine	343,87	17,98%
Ostala obradiva tla	166,20	8,69%
Proizvodno-poslovna namjena	84,72	4,43%
Površina za iskorištavanje mineralnih sirovina	71,83	3,76%
Neizgrađeni dio (uređeno)	43,55	2,28%
Neizgrađeni dio	10,07	0,53%
Ukupno	1912,50	100,0%

Tablica 19. Površine i udjeli planirane namjene unutar topografskog sliva

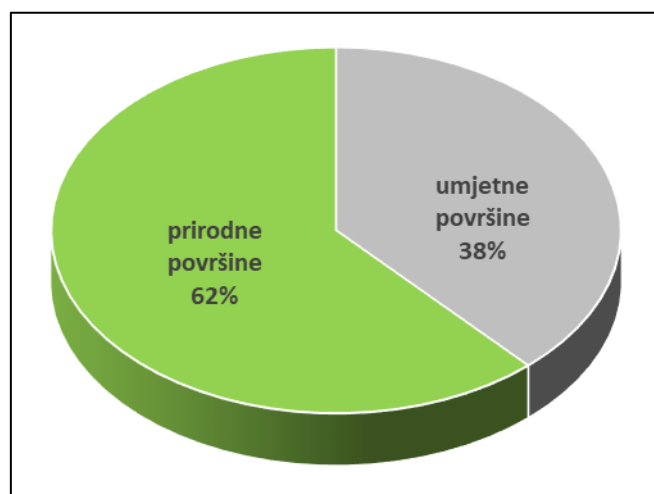
Planirana namjena	Umjetne površine	Površina u hektarima	Postotak
Topografski sliv – unutar Grada Solina i Općine Klis			
Šume (gospodarske, Š1)	ne	949,81	30,76%
Izgrađeni i neizgrađeni dio građevinskog područja naselja	da	804,86	26,07%
Ostalo poljoprivredno tlo, šume i šumsko zemljište (PŠ)	ne	523,86	16,97%
Poljoprivredno tlo (ostala obradiva tla, P3)	ne	176,02	5,70%
Šume (zaštitne, Š2)	ne	155,07	5,02%
Gospodarska namjena (mješovita - proizvodno-poslovna)	da	122,56	3,97%
Gospodarska namjena (površine za iskorištavanja mineralnih sirovina)	da	107,02	3,47%
Arheološke zone (A)	ne	91,93	2,98%
Javne zelene površine (parkovske i zaštitne)	da	51,14	1,66%
Javna i društvena namjena	da	41,76	1,35%
Športsko rekreacijska namjena (R2, R3, R6)	da	21,72	0,70%
Gospodarska namjena (poslovna namjena, K1, K2, K3)	da	16,23	0,53%
Vodene površine (rijeka Jadro, more)	ne	10,44	0,34%
Gospodarska namjena (I1, I2, I3)	da	5,99	0,19%
Groblje	da	5,60	0,18%
Luka posebne namjene (županijski značaj, luka nautičkog turizma, LN)	da	1,40	0,05%
Gospodarska namjena (ugostiteljsko turistička namjena, T1, KT4)	da	1,25	0,04%
Gospodarska namjena (površine uzgajališta, akvakultura)	da	0,77	0,03%
Posebna namjena (N)	da	0,20	0,01%
Ukupno		3087,65	100,00 %

Na području Grada Solina, a unutar topografskog sliva, čak 34 % površine pokrivaju građevinska područja naselja, dok šumske i poljoprivredne površine pokrivaju 38 %. Na području općine Klis, a unutar topografskog sliva, građevinska područja naselja (izgrađena i neizgrađena) pokrivaju 21 % površine dok šume i poljoprivredne površine pokrivaju čak 71% površina (tablica 18).

Sumirajući površine za područje cijelog sliva, dobivamo površine pod planiranom namjenom te sumirajući dalje planirane namjene površina prema tome predstavljaju li umjetnu ili prirodnu površinu (tablica 19) dobivamo da na području topografskog sliva imamo 62 % planiranih prirodnih površina te 38 % planiranih umjetnih površina (slika 62). Stoga zaključujemo kako je prirodni okoliš topografskog sliva pod jakim pritiskom urbanizacije.



Slika 61. Građevinska područja naselja (preklopljeni podaci iz PPU-a Grada Solina i PPU-a Općine Klis)



Slika 62. Udjeli prirodnih i umjetnih površina kako su planirane za područje topografskog sliva rijeke Jadro

Osim broja hektara koji će biti pokriveni urbanim/umjetnim površinama, potrebno je razmotriti i karakteristike tih urbanih/umjetnih površina. Naime, opterećenje planiranog prostora namijenjenog daljnjoj urbanizaciji ovisi o nekoliko međusobno povezanih značajki:

- odlukom o površini prostora predviđenog za izgradnju,
- parametrima postotka izgrađenosti i koeficijenta iskorištenosti te dozvoljenom broju stambenih jedinica (u načelu možemo govoriti o definiranju gustoća) te o

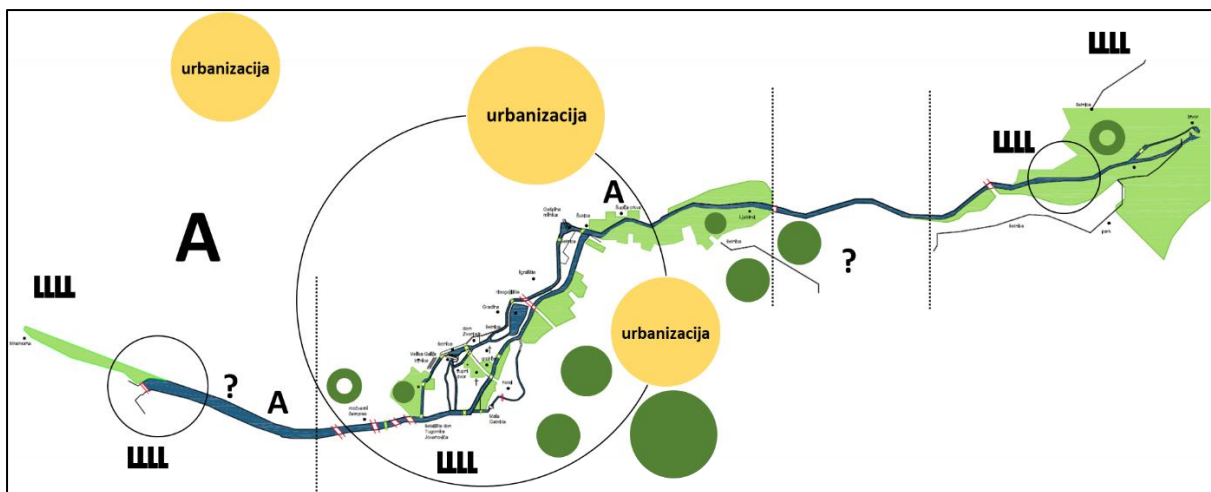
- definiciji načina uređenja parcele (od urbanizacije i kapaciteta prometa u mirovanju do parametara kojima se definira popločanje i propusnost parcele odnosno obavezno uređenje zelenih površina parcele).

U važećoj prostorno-planskoj dokumentaciji definiraju se tako parametri za uređenje parcele u smislu propusnosti i omogućavanja otjecanja oborinskih voda. U PPU-u Općine Klis i Izvadcima iz odredbi za Građevinska područja naselja (čl. 7. st. 18.) stoji: *"...Površine parcele obrađene kao nepropusne (krovovi ravni ili kosi, terase, popločane staze itd.) mogu biti do 1,5 puta veće od maksimalno dopuštene izgrađene površine. Uređenje terena oko građevina treba izvesti na način da se ne naruši prirodno otjecanje vode na štetu susjednih parcela i građevina."* U GUP-u Grada Solina u Izvadcima iz odredbi za provođenje u čl. 11. stoji: *"...Ukupne površine građevne čestice obrađene kao vodonepropusne (krovovi ravni ili kosi, terase, popločane staze, itd.) može biti do 50 % površine građevne čestice."*

Revidiranje smjernica za urbanizaciju svakako treba ići u korak s podacima demografskih trendova, ali i preispitivanjem postojećih tipologija s ciljem boljeg balansiranja prostora. Planerske definicije urbanističko-arhitektonskih tipologija trebaju biti podložne promjeni – **odluke o povećanju gustoće i katnosti izgradnje mogu uvelike sačuvati prostor, smanjiti površinsko opterećenje prostora u smislu odvodnje oborinskih voda i pretjeranog popločanja, ali i pojednostaviti infrastrukturne zahtjeve.** Pritom je naravno ključno voditi računa o čuvanju ambijentalnih urbanističkih i prirodnih vrijednosti prostora tako da se primjereno odrede područja za takvu izgradnju u smislu odnosa s postojećom izgradnjom i s graditeljskim naslijeđem, sačuvanim prirodnim okolišem i uređenim urbanim zelenilom i javnim prostorima. Područja oko prirodnih pritoka rijeke potrebno je posebno pratiti jer su očuvani pritoci jedna od garancija funkcionalnog topografskog sliva, a ugroženi su novom stambenom izgradnjom, izgradnjom infrastrukture i erozijama.



Slika 63. Stanje naglo urbaniziranog područja jugo-istočnog dijela Solina
 (<https://www.zvonimirsolin.hr/solinska teme-28-sjednice-gradskoga-vijeca-grada-solina-komunalna-infrastruktura-i-sredstva-za-politicke-stranke/>)



Slika 64. Glavni tok rijeke Jadro s prikazom centara urbanizacije

S obzirom na trenutno stanje urbanih područja i urbanog ekosustava u topografskom slivu rijeke Jadro, kao najvažniji odabrani su sljedeći negativni utjecaji klimatskih promjena:

- obalne poplave;
- bujične poplave;
- olujni uspori;
- toplinski valovi;
- suše;
- požari;

- gubitak biološke raznolikosti i usluga ekosustava.

U kontekstu klimatskih promjena te sadašnjeg stanja urbanog prostora, identificirana su specifična ugrožena područja i odgovarajuće prijetnje:

A) unutar topografskog sliva rijeke Jadro:

- Obalno more, ušće i prijelazne vode rijeke Jadro, poplave, onečišćenje voda i erozija obala;
- Urbanizirani prostor sliva, propusnost urbanih područja i bujične/oborinske poplave (neizgrađena i nedovoljna oborinska i površinska odvodnja);
- Izmijenjeno priobalno područje rijeke i pritoka, morfološki i ekološki, gubitak biološke raznolikosti, prirodnog okoliša i usluga ekosustava.

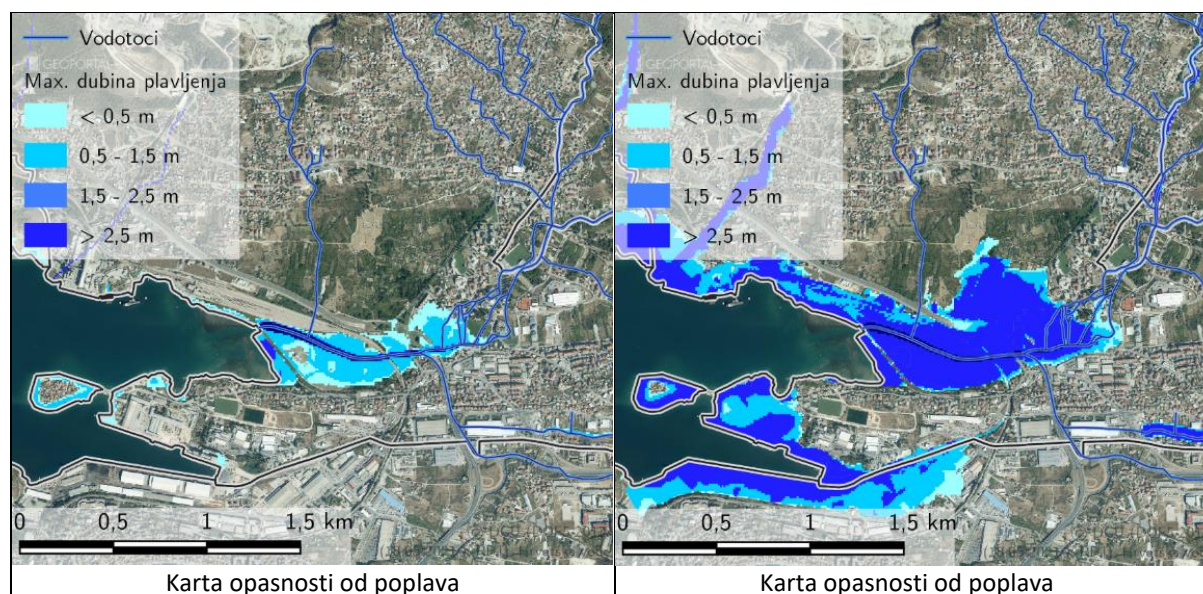
B) unutar hidrološkog sliva izvora rijeke Jadro:

- Urbanizacija, nedovoljna izgrađenost urbane vodne infrastrukture, povećanje točkastih i raspršenih izvora onečišćenja, značajna prijetnja pogoršanju kakvoće vode na izvoru rijeke Jadro.

Detaljnije analize gore identificiranih ključnih ugroženih područja i prijetnji unutar topografskog sliva slijede u poglavljima ispod.

Ušće rijeke Jadro, poplave i onečišćenje obale

Ušće rijeke Jadro predstavlja najranjiviji dio zbog opasnosti od obalnih poplava, nakupljanja onečišćenja iz cijelog riječnog sliva, unosa sedimenata i posljedično ugrožene bioraznolikosti prirodnog okoliša i zaštićenog okoliša ušća te očuvanja kvalitete obalnog područja i voda u Kaštelanskom zaljevu. Na slici 65 prikazani su rizici od obalnog plavljenja ušća u sadašnjim klimatskim uvjetima. Uslijed klimatskih promjena, rizik, koji je sada malo vjerojatan, postat će vrlo vjerojatan.



Slika 65. Karte opasnosti od poplava za ušće rijeke Jadro (izvor: Geoportal Hrvatske vode, 2021.)

Na slici 66 prikazana je visina od 1,5 m nadmorske visine – kao područje najveće ugroze od obalnog plavljenja. Zona zadire u dubinu ušća i ulazi u područje arheološkog nalazišta antičke Salone te dalje u urbani centar grada Solina. Najugroženije je naselje Vranjic koje je smješteno na poluotoku i čija nadmorska visina ne prelazi 5,5 m.



Slika 66. Ušće rijeke Jadro s visinskom linijom 1,5 m nadmorske visine (geodetsko snimanje obavio Frane Gilić, 2021)

Velik dio poplavnog područja ušća obuhvaća područje bivše industrijske zone koja za sada nije urbanizirana. Tako se za područje prijelaznih voda i ušća otvara mogućnost primjene „prirodnih rješenja“ za unapređenje zaštite od podizanja razine mora, rijeke i podzemnih voda, a čime bi se omogućio pametni i ekološki održiv razvoj tog dijela grada.

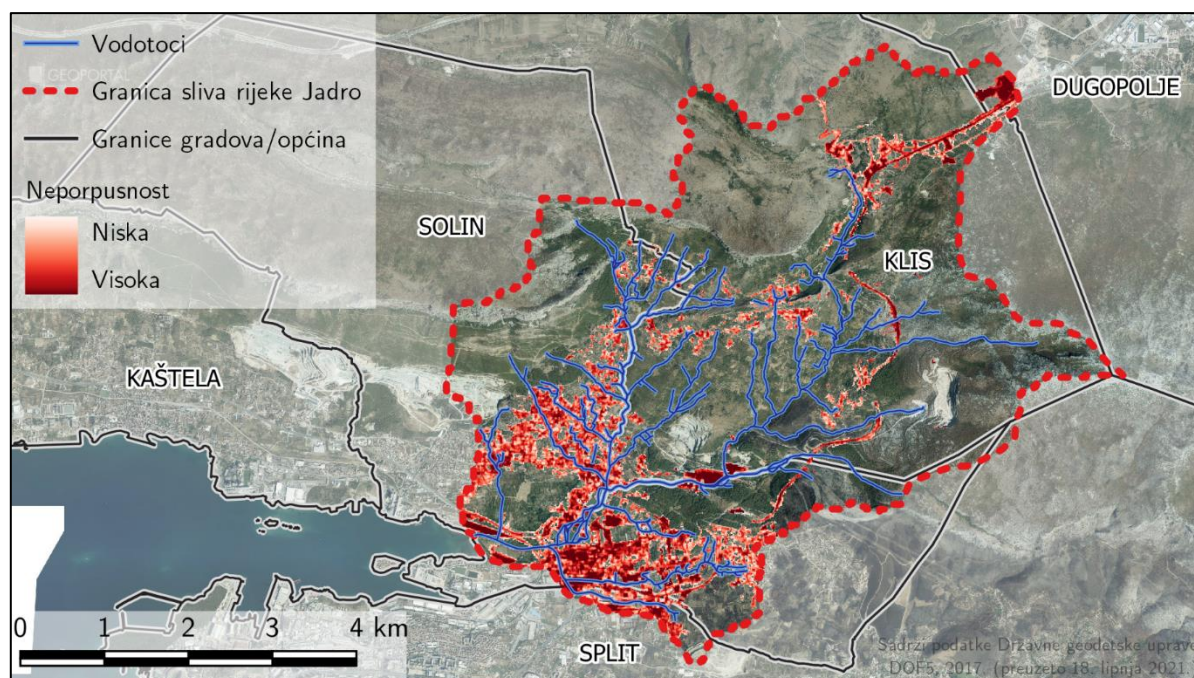
Propusnost urbanih područja i bujične/oborinske poplave (neizgrađena oborinska odvodnja)

U topografskom slivu rijeke Jadro velik je udio urbanih područja (čak 38 % površina su planirane urbane/umjetne površine kako je prethodno izvedeno). Danas je oborinska odvodnja u velikoj mjeri nerazvijena, a buduće klimatske promjene uzrokovat će češću pojavu obilnih kiša, a time i površinskih voda te rizik od bujičnih poplava. Nadalje, protjecanje oborinskih voda kroz urbani prostor uzrokovat će i povećati onečišćenje voda te nadalje onečišćenje voda u rijeci Jadro i konačno u krajnjem obalnom moru Kaštelanskog zaljeva.

Stoga se prišlo GIS analizi sadašnjeg stanja vodonepropusnosti (engl. *impreviuousness, sealed*) unutar područja topografskog sliva. Vodonepropusnost urbanih/umjetnih (sivih) površina u topografskom slivu rijeke Jadro preuzeta je iz programa *Copernicus*, točnije, usluge praćenja stanja kopna (engl. *Copernicus Land Monitoring Service – CLMS*). Program *Copernicus* je program Europske unije, a CLMS-

om koordinira Zajednički istraživački centar (engl. *Joint Research Centre – JRC*) Europske komisije i Europska agencija za okoliš (engl. *European Environment Agency – EEA*). Korišten je sloj podataka o gustoći nepropusnosti tla (engl. *Imperviousness Density (IMD) Status Layer*).

IMD sloj trenutno je dostupan za svake tri godine, počevši od 2006. Za određivanje vodonepropusnosti površina u topografskom slivu rijeke Jadro, korišten je sloj iz 2018. godine koji je trenutno i najnoviji dostupni sloj, i to onaj s prostornom rezolucijom (veličinom piksela na Zemljinoj površini) od 10 x 10 metara (slika 67). Sloj je dostupan u koordinatnom sustavu ETRS89/LAEA i u službenim nacionalnim ravninskim koordinatnim sustavima (za Hrvatsku – HTRS96/TM). Vrijednosti piksela su cijeli brojevi od 0 do 100, gdje vrijednost 0 predstavlja potpuno propusnu površinu, a 100 potpuno nepropusnu površinu. To znači da se vrijednosti piksela mogu uzeti kao postotci vodonepropusnosti površina. Bitno je naglasiti da su u sloju IMD u vodonepropusne površine uključene samo one koje su umjetne (npr. betonirane površine i ceste). Pješčane površine, plaže, površine koje su obrasle vegetacijom (prirodnom ili kultiviranom, bujnom ili rijetkom) smatraju se propusnima (GeoVille & SIRS, 2018). Propusnima se smatraju i kamenolomi i odlagališta, ali i zeleni krovovi (iako se oni odnose na nepropusne površine), dok se plastenici smatraju nepropusnima (GeoVille & SIRS, 2018). Podatci o nepropusnosti su dobiveni nadziranom klasifikacijom Sentinel-1, Sentinel-2 i Landsat-8 satelitskih snimaka, a korišteni su i *OpenStreetMap* podatci i ostali izvori podataka koje pruža CLMS, kao što su *Urban Atlas* i *CLC2021* (GeoVille & SIRS, 2018). Internom kontrolom kvalitete dobiveno je da je korisnička točnost klasifikacije približno 94 %, a proizvođačka približno 96 % (GeoVille & SIRS, 2018). Eksternom kontrolom kvalitete dobivene su nešto lošije vrijednosti – korisnička točnost za područje Hrvatske iznosi 92 %, a proizvođačka približno 88 % (SIRS SAS i dr., 2020).



Slika 67. Vodonepropusnost umjetnih površina u topografskom slivu rijeke Jadro (podaci dobiveni iz programa Copernicus EU, usluge praćenja stanja kopna)

U tablicama u nastavku, navedene su vodonepropusnosti po pojedinim kategorijama planirane namjene na temelju Prostornog plana uređenja Grada Solina i Prostornog plana uređenja Općine Klis. Uzeto je da ako vrijednost piksela u sloju IMD iznosi npr. 20, da to znači da je točno 20 % područja koje je obuhvaćeno tim pikselom potpuno nepropusno, a preostalih 80 % potpuno propusno. Slično vrijedi i za ostale vrijednosti piksela. Kako su dimenzije piksela 10 x 10 m, odnosno kako je površina piksela 100 m², to znači da se može uzeti da vrijednost piksela izravno predstavlja površinu piksela u kvadratnim metrima koja je potpuno vodonepropusna. Zbrajanjem vrijednosti svih piksela koji se nalaze unutar pojedine površine planirane namjene iz prostornog plana, dobivene su vodonepropusne površine za svaku kategoriju planirane namjene.

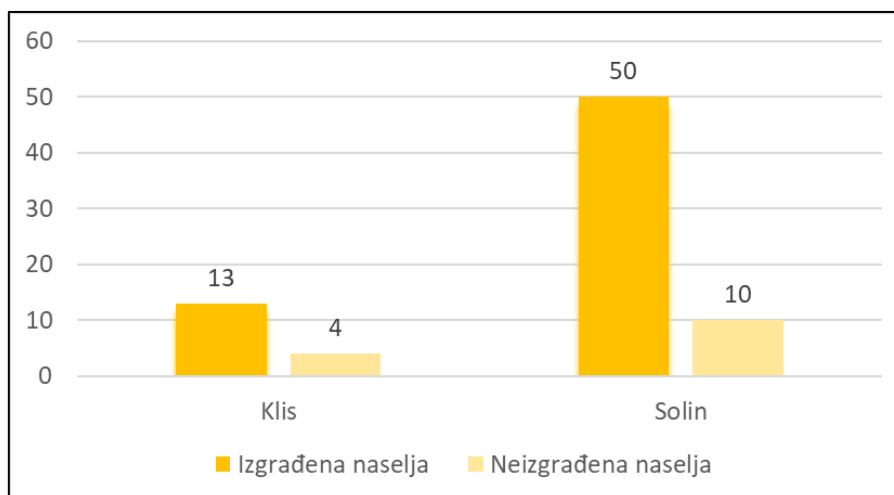
Prvo su preklapljena planirana građevinska područja (izgrađena i neizgrađena) na području Klisa i Solina sa slojem IMD koji prikazuje postotak vodonepropusnosti (engl. *sealed*). Rezultati su dani u tablicama 20 i 21. Iz podataka danih u tablicama 1 i 2 mogu se izvesti sljedeći zaključci za građevinska područja naselja (slika 68). Na području Općine Klis vodonepropusnost naselja je: izgrađena naselja cca. 13 % vodonepropusna; neizgrađena naselja cca. 4 % vodonepropusna. Na području Grada Solina vodonepropusnost naselja je: izgrađena naselja, mješovita namjena - uređena cca. 50 % vodonepropusna; izgrađeno naselje, mješovita namjena - neizgrađeno cca. 10 % vodonepropusna.

Tablica 20. Preklap građevinskih područja i sloja IMD za područje Klisa (dio unutar topografskog sliva)

KLIS (unutar topografskog sliva)				
Kategorija	Površina [m ²]	Površina sealed [m ²]	Postotak sealed	Postotak sealed prema ukupno sealed
Groblje	12 600	1 638	13%	0%
Izgrađeni dio	3 547 800	450 045	13%	78%
Neizgrađeni dio (neuređeno)	99 732	14	0%	0%
Neizgrađeni dio (uređeno)	436 300	33 212	8%	6%
Površina za iskorištavanje mineralnih sirovina	718 500	3 881	1%	1%
Površine ne kojima se može graditi prema članku 10 PPUO-a	254 800	0	0%	0%
Proizvodno-poslovna namjena	845 100	86 390	10%	15%
Vjetroelektrana	844 100	4 309	1%	1%
Ukupno	6 758 932	579 489	9%	
Izgrađeni dio	3 547 800	450 045	13%	78%
Neizgrađeni dio (uređeno i neuređeno)	536 032	33 226	6%	6%

Tablica 21. Preklap građevinskih područja i sloja IMD za područje Solina (dio unutar topografskog sliva)

SOLIN (unutar topografskog sliva)				
Kategorija	Površina [m ²]	Površina sealed [m ²]	Postotak sealed	Postotak sealed prema ukupno sealed
Arheološke zone	818 276	25 586	3%	1%
Gospodarska namjena - akvakultura pastrvsko ribogojilište	7 715	3 216	42%	0%
Gospodarska namjena - mješovita proizvodno - poslovna (izgrađeno)	63 020	36 948	59%	2%
Gospodarska namjena - mješovita proizvodno - poslovna (neizgrađeno)	294 070	28 153	10%	1%
Gospodarska namjena - poslovna namjena (izgrađeno)	105 427	87 035	83%	5%
Gospodarska namjena - poslovna namjena (neizgrađeno)	44 103	18 525	42%	1%
Gospodarska namjena - proizvodna (izgrađeno)	56 115	40 516	72%	2%
Gospodarska namjena - ugostiteljsko turistička	12 332	6 582	53%	0%
Građevinsko područje naselja - mješovita namjena (izgrađeno, područje bez pretežito neplanske gradnje)	2 075 261	950 640	46%	50%
Građevinsko područje naselja - mješovita namjena (izgrađeno, područje s pretežito neplanskom gradnjom)	664 698	361 442	54%	19%
Građevinsko područje naselja - mješovita namjena (neizgrađeno uređeno)	193 466	25 071	13%	1%
Građevinsko područje naselja - mješovita namjena (neizgrađeno neuređeno)	1 104 563	61 945	6%	3%
Groblje	56 473	29 607	52%	2%
Javna i društvena namjena (izgrađeno)	173 266	102 742	59%	5%
Javna i društvena namjena (neizgrađeno)	228 212	17 980	8%	1%
Javne zelene površine parkovske i zaštitne	470 740	56 292	12%	3%
Luka posebne namjene, luka nautičkog turizma	16 208	101	1%	0%
Posebna namjena	2 200	1 504	68%	0%
Športsko rekreacijska namjena (izgrađeno)	51 430	27 562	54%	1%
Športsko rekreacijska namjena (neizgrađeno)	167 300	5 495	3%	0%
Ukupno	6 604 875	1 886 942	29%	-
Građevinsko područje naselja - mješovita namjena (izgrađeno, plansko i neplansko)	2 739 959	1 312 082	48%	70%
Građevinsko područje naselja - mješovita namjena (neizgrađeno, uređeno i neuređeno)	1 298 029	87 016	7%	5%



Slika 68. Vodonepropusnosti u % za građevinska područja naselja na području Klisa i Solina

Zatim su preklapljene sve kategorije planirane namjene površina na području Klisa i Solina sa slojem IMD koji prikazuje postotak vodonepropusnosti (engl. *sealed*). Rezultati su dani u tablicama 22 i 23.

Tablica 22. Preklap planiranih namjena i sloja IMD za područje Klisa (unutar topografskog sliva)

KLIS (unutar topografskog sliva)					
Kategorija	Površina [m ²]	Površina sealed [m ²]	Postotak sealed	Postotak sealed prema ukupno sealed	
Izgrađeni dio	3 545 700	449 552	13%	56%	
Neizgrađeni dio	100 731	0	0%	0%	
Neizgrađeni dio (uređeno)	436 814	33 518	8%	4%	
Ostala obradiva tla	1 662 000	5	0%	0%	
Ostalo poljoprivredno tlo, šume i šumsko zemljište i infra. pov.	3 437 809	141 958	4%	18%	
Površina za iskorištavanje mineralnih sirovina	718 400	3 848	1%	0%	
Proizvodno-poslovna namjena	847 000	86 591	10%	11%	
Šuma gospodarske namjene	8 375 900	81 251	1%	10%	
Ukupno	19 124 354	796 723	4%		

Iz podataka danih u tablici 23 može se iščitati da najveću vodonepropusnost imaju zone gospodarske namjene u Solinu i to čak oko 70 % su vodonepropusne zone poslovne namjene, a oko 50 % zone ugostiteljsko-turističke namjene. Iako se radi o velikim postocima vodonepropusnosti, te zone zauzimaju ukupno malu površinu i ukupno s malim udjelom doprinose ukupnoj vodonepropusnosti topografskog sliva. Naselja u Solinu imaju postotak vodonepropusnosti od oko 35 % i sudjeluju s ukupno 70 % u ukupnoj vodonepropusnoj površini sliva unutar Solina.

S obzirom na velik udio urbanih/umjetnih područja u topografskom slivu (38 %) i već sada značajnom postotku vodonepropusnosti u izgrađenim područjima grada Solina, **može se preporučiti uvođenje**

mjera koje će osigurati veće postotke vodopropusnog terena u naseljima. Mjere trebaju obuhvati već izgrađena područja, ali i ona planirana za izgradnju.

Tablica 23. Preklap planiranih namjena i sloja IMD za područje Solina (unutar topografskog sliva)

SOLIN (unutar topografskog sliva)					
Kategorija	Površina [m2]	Površina sealed [m2]	Postotak sealed	Postotak sealed prema ukupno sealed	
Arheološke zone (A)	919 636	38 434	4%		2%
Gospodarska namjena (I1, I2, I3)	60 000	42 240	70%		2%
Gospodarska namjena (mješovita - proizvodno-poslovna)	378 100	64 457	17%		3%
Gospodarska namjena (poslovna namjena, K1, K2, K3)	162 204	114 373	71%		6%
Gospodarska namjena (površine uzgajališta, akvakultura)	7 500	3 120	42%		0%
Gospodarska namjena (površine za iskorištavanje mineralnih sirovina)	352 300	0	0%		0%
Gospodarska namjena (ugostiteljsko turistička namjena, T1, KT4)	12 531	6 620	53%		0%
Groblje	55 800	29 482	53%		2%
Izgrađeni i neizgrađeni dio građevinskog područja naselja	3 965 801	1 370 784	35%		70%
Javna i društvena namjena	417 100	124 799	30%		6%
Javne zelene površine (parkovske i zaštitne)	509 749	58 563	11%		3%
Luka posebne namjene (županijski značaj, luka nautičkog turizma, LN)	13 900	58	0%		0%
Ostalo poljoprivredno tlo, šume i šumsko zemljište (PŠ)	1 802 600	170	0%		0%
Poljoprivredno tlo (ostala obradiva tla, P3)	98 208	6 640	7%		0%
Posebna namjena (N)	1 900	1 483	78%		0%
Športsko rekreacijska namjena (R2, R3, R6)	217 800	35 153	16%		2%
Šume (gospodarske, Š1)	1 122 001	32 601	3%		2%
Šume (zaštitne, Š2)	1 549 901	10 405	1%		1%
Vodene površine (rijeka Jadro, more)	105 416	10 301	10%		1%
Ukupno	11 752 447	1 949 683	17%		

Antropogenizirano područje toka rijeka i sliva

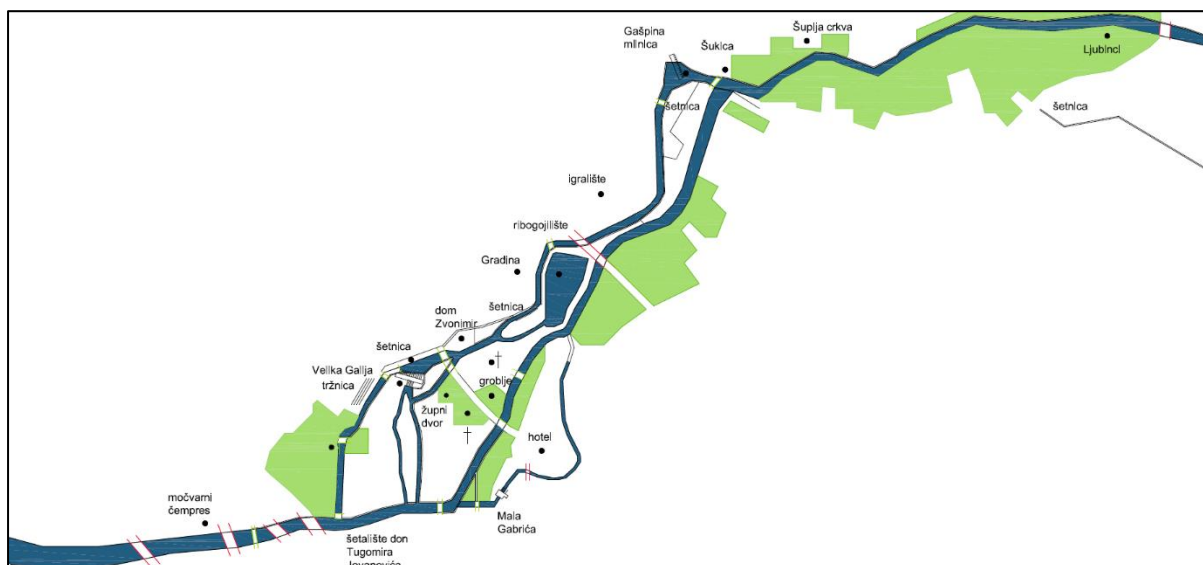
Regulacija/izgradnja riječnih obala (slika 69) dovodi do uništavanja prirodnog okoliša i bioraznolikosti, a daljnji negativan utjecaj dolazi od izravnog lokalnog korištenja rijeke za odlaganje nečistoća i otpada, privez i održavanje brodova, rekreaciju te ribolov i sl. Srednji i donji tok rijeke ima izgrađene betonske obale i korito te se tako prirodna rijeka već pretvorila u urbanizirani tok – kanal. Stoga treba ispitati mogućnost obnove riječnih ekosustava tj. renaturalizacije glavnog toka rijeke i njenih pritoka, čime bi se povećala održivost čitavog područja. Kako se prirodni i izgrađeni okoliš prostorno preklapaju (slika 70), tako je nužan integralni pristup u rješavanju problema te korištenje kombinacije integralnog upravljanja vodama sustava rijeke Jadro i urbanog vodnog sustava Solina.

Renaturalizacija je prvenstveno alat očuvanja ekosustava i njegovih procesa. Osim dna korita, u presjeku sekvenci toka oblikovno je važan tretman samog „ruba“ koji predstavlja prirodnu poveznicu rijeke i okoliša na mjestima gdje je taj okoliš još uvijek relativno nedirnuto urbanizacijom. S druge strane, ne treba inzistirati na kontinuiranoj renaturalizaciji jer je neminovno urbanizirana kontaktna zona tijekom vremena stekla graditeljske i kulturne vrijednosti (mlinice, mostovi i dr.) i kao takvu je treba sačuvati. Dakle, u tom „pulsiranju“ urbaniziranog i prirodnog riječnog toka, potrebno je pronaći optimalan balans jednog i drugog tretmana i time istovremeno sačuvati ekosustav i prirodne ljepote i

kvalitete rijeke, a istovremeno apostrofirati njezinu povijesnu spregu s razvojem naselja i suvremenu ulogu rijeke u gradu koja u ovom slučaju predstavlja okosnicu prostornih kvaliteta grada.



Slika 69. Obale i korita rijeke Jadro i rukavaca u donjem toku rijeke



Slika 70. Visoko urbanizirano područje s antropogeniziranom rijekom: srce grada Solina u donjem toku rijeke Jadro

33. Dinamika promjena prirodnih procesa u pilot području pod utjecajem klimatskih promjena (J. Margeta)

34. Klimatske promjene i utjecaji na okoliš

Klima je abiotička komponenta okoliša/ekosustava koja utječe na sve životne i fizičke procese u sustavu. Jedan od mogućih sustava je i urbani ekosustav, u konkretnom slučaju područje sliva rijeke Jadro. Svaka promjena klime neminovno dovodi do promjene značajki okoliša a time njegovih funkcija i utjecaja na življenje na razmatranom prostoru. Promjene mogu biti pozitivne i negativne ovisno o značajkama i funkcijama pojedinih komponenti sustava. Promjene klime su globalnog karaktera a utjecaji se prenose u sustav preko otvorene granice sustava, atmosfere, tako da se utjecaji ne mogu lokalno spriječiti, ali se mogu ublažiti jačanjem mjera prilagodbe i otpornosti.

Izazovi okoliša u odnosu na klimatske promjene prema stavovima EU se sumiraju na sljedeći način:

Politika: Istraživanja budućih scenarija predviđaju da će klimatske promjene imati dramatičan učinak na prirodno okruženje, biljke i životinje, što će dovesti do ubrzanja gubitka biološke raznolikosti na nekim područjima. Učinci će imati udarne efekte za mnoge zajednice i sektore koji ovise o prirodnim resursima, uključujući poljoprivredu, ribarstvo, energiju, turizam i vode.

Tlo: Klimatske promjene mogu pogoršati eroziju, izazvati smanjenje organske tvari, zaslanjivanje, gubitak biološke raznolikosti tla, klizišta, dezertifikaciju i poplave. Učinak klimatskih promjena na skladištenje ugljika u tlu može se povezati s promjenom atmosferskih koncentracija CO₂, povišenim temperaturama i promjenom režima oborina. Ekstremne oborine, brzo topljenje snijega ili leda, velike protoke rijeke i povećana suša su događaji povezani s klimom koji utječu na degradaciju tla. Krčenje šuma i druge ljudske aktivnosti kojima šume smetaju (poljoprivreda, skijanje) također igraju značajnu ulogu u ovom procesu. Očekuje se porast slanog tla u obalnim područjima kao rezultat prodora slane vode s mora u kopno, te zbog porasta razine mora i (povremeno) malih istjecanja rijeke u more.

Biološka raznolikost: Klimatske promjene imaju izravne i neizravne utjecaje na brojne vrste i ekosustave. Postoje jasni dokazi koji pokazuju kako biološka raznolikost već reagira (prilagođava se) na klimatske promjene i nastavit će to činiti. Izravni utjecaji uključuju promjene u fenologiji, obilju i rasprostranjenosti vrsta, sastavu zajednice, strukturi staništa i procesima u ekosustava.

Klimatske promjene također dovode do neizravnih utjecaja na biološku raznolikost kroz promjene u korištenju zemljišta i drugih resursa. Oni mogu biti štetniji od izravnih utjecaja zbog svoje veličine,

obuhvata i brzine, a uključuju: usitnjavanje i gubitak staništa; pretjerano iskorištavanje; onečišćenje zraka, vode i tla; i širenje invazivnih vrsta. Nastale promjene će smanjiti otpornost ekosustava na klimatske promjene i njihovu sposobnost pružanja osnovnih usluga, kao što su regulacija klime, hrana, čisti zrak i voda, te kontrola poplava ili erozije.

Kopnene vode: Predviđa se da će klimatske promjene dovesti do velikih promjena u dostupnosti vode u cijeloj Europi, zbog manje predvidljivosti kiša i sve jačih oluja. To će rezultirati povećanim nedostatkom vode, posebno u južnoj i jugoistočnoj Europi, i povećanim rizikom od poplava u većem dijelu kontinenta. Nastale promjene utjecat će na mnoga kopnena i morska područja, te na mnoga različita prirodna okruženja i vrste.

Temperatura vode jedan je od središnjih parametara koji određuju cjelokupno zdravlje vodenih ekosustava, jer vodeni organizmi imaju određeni raspon temperatura koje mogu podnijeti (temperaturna valencija). Klimatske promjene povećale su temperaturu vode rijeka i jezera, smanjile ledeni pokrivač, što je utjecalo na kvalitetu vode i slatkovodne ekosustave.

Morski okoliš: Utjecaji klimatskih promjena, poput povećanja temperatura površine mora, zakiseljavanja oceana i promjena u strujama i obrascima vjetra, značajno će promijeniti fizičku i biološku strukturu oceana/mora. Promjene temperatura i cirkulacija oceana mogu promijeniti geografsku raspodjelu riba i drugih organizama koji žive u moru. Povećavanje temperature mora moglo bi također omogućiti širenje stranih vrsta u područja u kojima ranije nisu mogle preživjeti. Zakiseljavanje oceana, na primjer, imat će utjecaja na različite organizme koji luče kalcijev karbonat. Na mnoge morske organizme koji proizvode ljuske ili kosture kalcijevog karbonata negativno utječe povećanje razine CO₂ i smanjenje pH u morskoj vodi. Primjerice, pokazalo se da sve veće zakiseljavanje oceana značajno smanjuje sposobnost koralja koji grade grebene da proizvode svoje kosture. Te će promjene imati neizbježne utjecaje na obalne i morske ekosustave, što će rezultirati velikim socijalno-ekonomskim posljedicama za mnoge regije.

Skoro svi navedeni efekti koje nastaju kao posljedica klimatskih promjena se mogu detektirati na vodnom području rijeke Jadro, u topografskom i hidrološkom slivu, u skladu s lokalnim prirodnim i društveno-ekonomskim značajkama. Uz njih, detektiraju se značajni utjecaji čovjeka i društveno-ekonomskih aktivnosti na ovim prostorima koji se, na žalost, trenutno brže mijenjaju i negativno utječu na stanje okoliša od samih klimatskih promjena. Naime, klima se za sada značajno ne mijenja na ovim prostorima, ali sve prognoze predviđaju značajnije promjene u budućnosti.

Klima i življenje

Čovjek je uvijek svojim življenjem i aktivnostima na nekom prostoru utjecao na okoliš i mijenjao ga. To su uglavnom bili lokalni, a rjeđe i regionalni utjecaji, ali ne i globalni. Globalne promjene su uzrokovali vulkani i solarna radijacija i druge prirodne katastrofe. Promjene klime tijekom prošlosti su značajno utjecale na življenje. Mnoga carstva su rasla i nestajala ovisno o klimi. Najbolji primjer je Rimsko carstvo koje je u vrijeme dobrih klimatskih uvjeta raslo (od 100. pr. Kr. do 250. godine), da bi s porastom klimatskih varijabilnosti uzrokovanih vulkanskim aktivnostima počelo propadati (od 300. do 700. godine). Primjer za takvo događanje je upravo područje Solina odnosno Salona i rimska provincija Dalmacija. Dostupnost dovoljnih količina zdrave vode, hrane i energije stvorile su uvjete za značajan razvoj i održivo življenje na ovim prostorima sve do migracije naroda nastale zbog posljedica klimatskih promjena. Klimatske varijabilnosti su se javljale i kasnije te oblikovale život na zemlji pa tako i na području rijeke Jadro. Međutim, tek u drugoj polovici XIX. stoljeća područje rijeke Jadro doživljava značajnije naseljavanje i razvoj, a najviše poslije 1945. godine. Područje rijeke Jadro još uvijek ima manji broj stanovnika nego za vrijeme Rimljana.

Još od industrijske revolucije ljudi su značajno povećali stopu promjena klime i okoliša mijenjajući poljoprivredne i industrijske prakse i ispuštanje stakleničkih plinova u atmosferu. Brzi rast stanovništva povezan s industrijalizacijom i urbanizacijom također je uzrok globalnog zatopljenja zbog povećane razine štetnih emisija. U zadnjih 100 godina razina mora je porasla za više od 20 cm. Veća populacija na nekom prostoru dovodi do promjena u prostoru i prirodnom okolišu, povećane potražnje za proizvodima, veće razine proizvodnje i potrošnje i, neizbježno, povišene razine stakleničkih plinova. Istodobno se pojavljuju novi problemi povezani s industrijalizacijom i stanovanjem, poput porasta emisija stakleničkih plinova, onečišćenja zraka i vode, sve veće količine otpada, dezertifikacije i onečišćenja kemikalijama. Što su industrijski kapaciteti zemlje razvijeniji, to je veći potencijal za gospodarski rast i razvoj a time i za rad i zapošljavanje, odnosno povećanje broja stanovnika i urbanizaciju. Smanjuje se i onečišćuje prirodni okoliš na račun izgrađenog, te se povećava rizik za opstanak prirodnog okoliša (resursa vode hrane i energije), a time se smanjuje održivost življenja i razvoja na nekom prostoru. Dokazi su jasni: glavni uzrok klimatskih promjena je sagorijevanje fosilnih goriva poput nafte, plina i ugljena. Kad izgore, fosilna goriva ispuštaju ugljični dioksid u zrak, uzrokujući zagrijavanje planeta. Drugi glavni uzrok je naseljavanje i urbanizacija koja devastira prirodni okoliš i njegove vitalne funkcije koje podržavaju održivost okoliša i čovjeka na nekom prostoru. Sagorijevanje fosilnih goriva i nastale klimatske promjene su globalni problem koji utječe na sve, dok je naseljavanje i urbanizacija pretežito lokalni i regionalni problem koji najviše utječe na lokalno stanovništvo. Lokalnim aktivnostima se jedino može ublažiti lokalni problem ali i dijelom globalni. Na obje razine treba djelovati kako bi se ostvarili ciljevi održivosti. Sve navedeno vrijedi i za šire područje rijeke Jadro.

35. Sadašnja klima i trendovi promjena na vodnom području rijeke Jadro

Šire slivno područje rijeke Jadro nalazi se u zoni jadranskog tipa mediteranske klime koju karakteriziraju vruća i suha ljeta, blage i vlažne zime, te veliki broj sunčanih sati (iznad 2.500) i izražena vjetrovitost (iznad 100 dana godišnje s jakim i u prosjeku više od 30 dana s olujnim vjetrovom).

Prema *Köppenovoj* klasifikaciji područje Grada Solina pripada Csa tipu klime. To je tip tople klime sa suhim ljetom (sredozemna klima) gdje temperature najhladnijeg mjeseca nisu niže od $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, te najmanje jedan mjesec ima srednju temperaturu višu od $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Karakteristika ove klime su suha, vruća ljeta s prosječnim temperaturama iznad $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ te minimum padalina u ljetnim mjesecima, pri čemu najsuši mjesec ima manje od 40 mm padalina i manje od trećine najkišovitijeg mjeseca u hladnom dijelu godine.

Priobalno području karakterizira veliki broj vedrih i sunčanih dana i temperature koje rijetko padnu ispod nule, dok šire područje iza Mosora i Kozjaka karakteriziraju nešto niže temperature. Priobalni dio karakteriziraju oborine oko 900 mm dok su oborine u unutrašnjosti veće, a uglavnom padaju u hladno doba godine. Iza obalnog područja opada utjecaj mediteranske klime stoga se u unutrašnjosti zaobalnog područja, na hidrološkom slivu izvora Jadro i dalje prema Cetini, javljaju elementi kontinentalne klime. Zato su vode i vodni resursi rijeke Jadro pod utjecajem mediteranske i kontinentalne klime. Izvor Jadro više kontinentalne, a topografski sliv rijeke mediteranske. Područje Solina je pod utjecajem tipične mediteranske klime.

Klimatološke varijable prikazuju se u dva vremenska razdoblja, 1962. – 1990, te 1995. – 2013., a sve kako bi se vidjele moguće promjene nastale pod utjecajem globalnih klimatskih promjena.

Temperatura

Godišnji hod srednjih mjesečnih temperatura na meteorološkoj postaji Split-Marjan prikazan je u tablici 24, te na slici 71. U razdoblju 1995. – 2013. maksimalna prosječna mjesečna temperatura je u srpnju $26,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, a minimalna u siječnju $8,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ dok su u razdoblju 1961. – 1990. temperature u istom mjesecu bile $25,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ i $7,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tijekom godine broj studenih dana (temperatura tijekom svih 24 sata niža od $0\text{ }^{\circ}\text{C}$) i hladnih dana (temperatura zraka barem jednom tijekom dana spusti ispod $0\text{ }^{\circ}\text{C}$) ima vrlo malo, dok ledenih dana (temperatura $< -10\text{ }^{\circ}\text{C}$) uopće nema. Broj toplih i vrućih dana (temperatura zraka se tijekom 24 sata barem jednom jednaka ili veća od $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ tj. $30\text{ }^{\circ}\text{C}$) je znatan. Srednje dnevne temperature zraka su više od 4 mjeseca iznad $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, a srednja dnevna temperatura od $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ neprekidno traje tijekom više od 6 mjeseci. Srednje dnevne temperature iznad $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ javljaju tijekom više od 9 mjeseci. Temperatura zorno oslikava Mediteransku klimu koja je pod značajnim utjecajem mora. Temperature u području Zagore (hidrološkom slivu) su niže, ljeti i zimi (tablica 25).

Tablica 24. Srednje mjesečne i godišnje temperature zraka u $^{\circ}\text{C}$ (meteorološka postaja Split-Marjan)

Period	Mjesec												God.
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
1995-2013	8,2	8,4	11,0	14,8	19,9	24,3	26,9	26,4	21,3	17,4	12,9	9,3	16,7

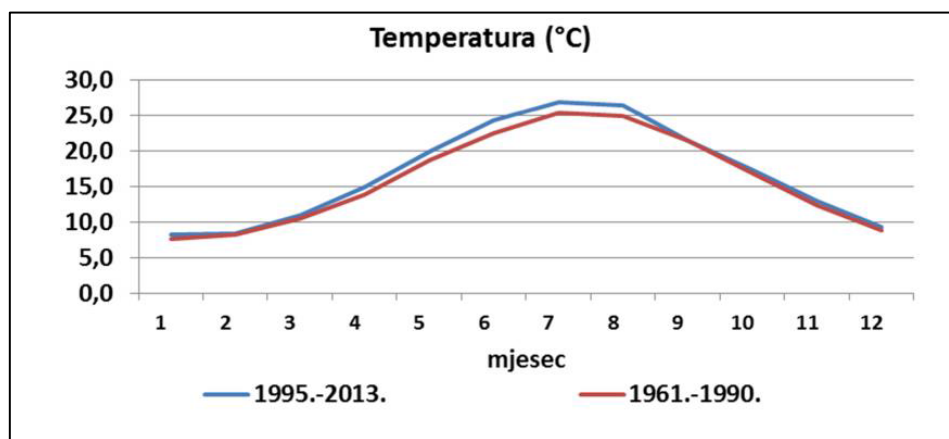
1961-1990	7,6	8,2	10,5	13,9	18,7	22,5	25,4	24,9	21,4	16,9	12,3	8,9	15,9
-----------	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------

Izvor: Statistički ljetopisi Republike Hrvatske (2005. – 2014. g.), Državni zavod za statistiku

Tablica 25. Srednje mjesečne i godišnje temperature zraka u °C (meteorološka postaja Sinj, 1995. – 2001.)

Mjesec	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	God.
Temp.	3.9	5.2	7.5	11.4	17.0	21.0	23.3	22.9	17.4	13.4	8.4	5.0	13.2

Iz iznesenih podataka proizlazi da je u novijem vremenskom razdoblju temperatura nešto veća nego prije, a najviše tijekom ljeta. Povećanje iznosi od 0,2 °C za veljaču do 1,8 °C za lipanj dok se rujanska srednja mjesečna temperatura smanjila za 0,1 °C.



Slika 71. Godišnji hod srednjih mjesečnih temperatura (meteorološka postaja Split-Marjan)

Promjene su vidljive i u skladu su s prognozama modela, globalnih i regionalnih.

Količina oborina

Godišnje oborine značajno variraju što je karakteristika mediteranske klime (tablice 26 i 27 i slika 72). Srednja godišnja količina oborine iznosi oko 830 mm, a najveća zabilježena je u 2010. godini 1126 mm, dok je 2003. bila samo 521 mm. Količina oborine u unutrašnjosti je veća, a srednja vrijednost je oko 1200 mm. Tako je na kišomjeru Dugopolje godišnja oborina u 2011. bila 885,1 mm, u 2012. godini 1127,4 mm, a u 2013. godini 1685,8 mm. Godišnje količine značajno variraju, a srednja godišnja veličina je veća za oko 44 %. Iz ovih veličina jasno je da klima i hidrološki sliv izvora Jadro ima daleko veći utjecaj na režim voda rijeke od topografskog sliva. To znači da će klimatske promjene u hidrološkom slivu u najvećoj mjeri određivati budući režim voda rijeke Jadro.

Tablica 26. Srednje mjesečne i godišnje količine oborina u mm (meteorološka postaja Split-Marjan)

Period	Mjesec												God.
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	

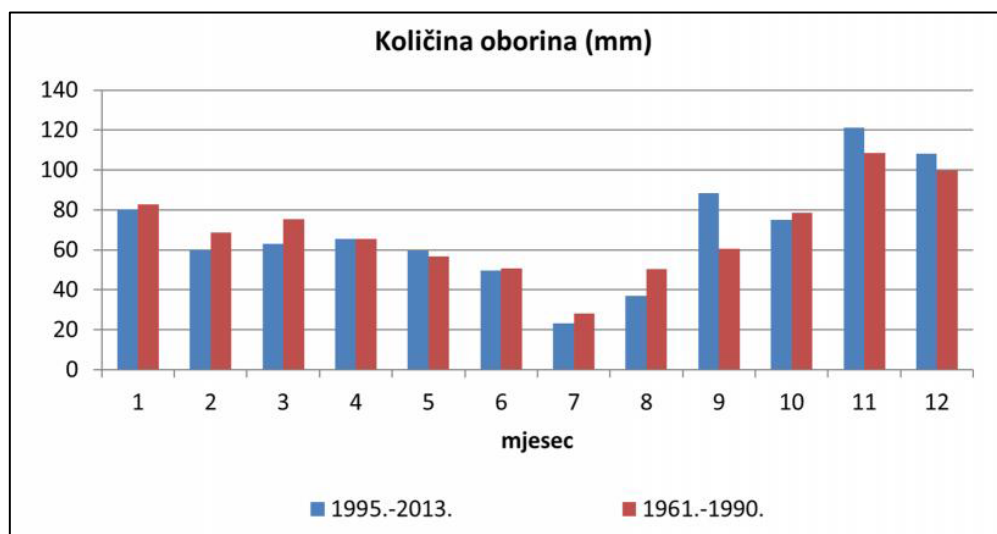
1995-2013	80,1	59,8	62,9	65,4	59,6	49,5	23,1	37,0	88,4	74,9	121,0	108,0	830
1961-1990	82,8	68,5	75,3	65,5	56,6	50,8	28,3	50,2	60,6	78,7	108,4	99,6	825

Izvor: Statistički ljetopisi Republike Hrvatske (2005-2014.g.), Državni zavod za statistiku

Tablica 27. Srednje mjesečne i godišnje količine oborina u mm (kišomjer Dugopolje, 1995. – 2001.)

Mjesec	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	God.
Dugopolje	100	58	68	89	89	57	24	52	117	84	233	179	1149

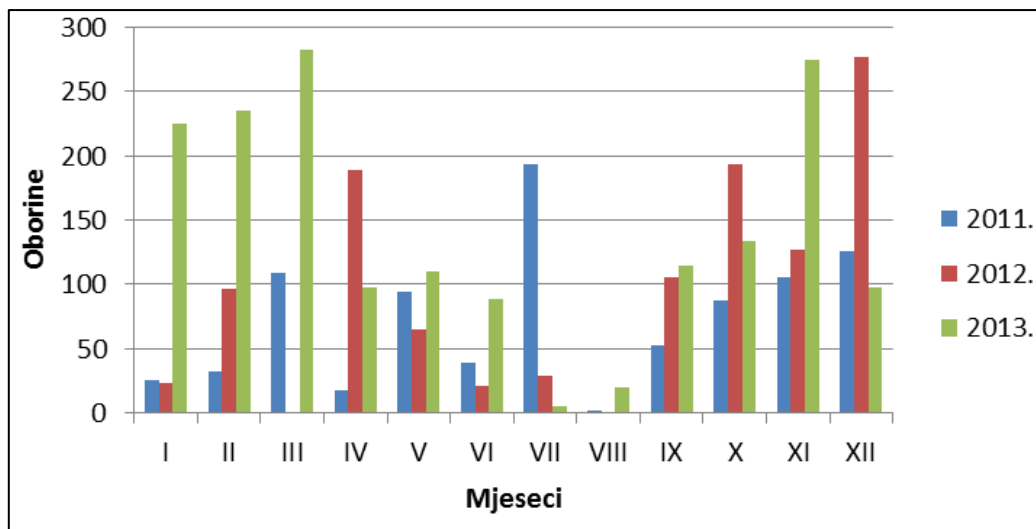
Oborinski režim ima isto ima karakteristike maritimnog sredozemnog kišnog tipa. U ljetnim mjesecima (lipanj – kolovoz) padne znatno manje kiše (oko 15 % godišnjih količina), a ostatak zimi. Jasno je da vodonosnik izvora Jadro ima najveći značaj za minimalni protok rijeke. Topografski sliv tijekom sušnog polugodišta u prosjeku ne doprinosi otjecanju rijeke Jadro. Isto ne vrijedi za kišne dane koji se povremeno javljaju i u sušnom periodu godine.



Slika 72. Godišnji hod srednjih mjesečnih količina oborina (meteorološka postaja Split-Marjan)

U analizirana dva vremenska razdoblja veličina prosječnih godišnjih oborina je skoro ista pa proizlazi da se ista za sada ne mijenja kao rezultat klimatskih promjena. Međutim, promjene veličine oborina u dva vremenska razdoblja nisu jednolike tijekom cijele godine već u pravilu u jesensko – zimskom periodu rastu dok u proljetno-ljetnom opadaju. Postoje i odstupanja tako da se ne može učiti čvrsta zakonitost. Unutar godišnji hodogram oborina je donekle u skladu s prognozama koje predviđaju rast oborina tijekom kišnih mjeseci (jesen – zima) i značajniji pad sušnih mjeseci (proljeće – ljeto). Prognoze predviđaju i ukupni pad godišnjih oborina što dobiveni podaci za sada ne pokazuju.

Slično se može zaključiti i za područje Dugopolja, slika 73. Prikazane su tri uzastopne godine s velikim oscilacijama ukupnih godišnjih oborina što zorno oslikava karakteristike dotoka/infiltracije vode u vodonosnik izvora Jadro.



Slika 73. Godišnji hod srednjih mjesečnih količina oborina (kišomjer Dugopolje)

Kao što se može vidjeti, oscilacije mjesečnih oborina tijekom godine, a posebno između pojedinih godina su velike, a time i oscilacije protoke rijeke Jadro u kišnom periodu godine. Oscilacije tijekom sušnog perioda su male. Ove značajke oborina uvelike određuju osjetljivost režima voda Rijeke Jadro, a time i cijelog prostora područja rijeke Jadro, prirodnog i izgrađenog.

Oborine kratkog intenziteta

Za analizu otjecanja u urbanom sustavu (oborinske vode i bujice) od posebne su važnosti oborine kraćeg vremena trajanja (intenzitet kiša (l/s/ha)), koje u kratkom vremenu generiraju velike količine oborinskih voda i velike vodne valove koji iz topografskog sliva dotječu u rijeku Jadro. Naime, dotoci iz topografskog sliva su povremeni, samo u periodima oborina, tako da oborine kraćeg vremena trajanja određuju vodne valove i tečenje vode u sustavu odvodnje oborinskih voda i bujicama. To su vode koje su najveća prijetnja urbanom okolišu (poplava, erozija, onečišćenje), kao i kvaliteti vode.

Podaci su preuzeti iz rada mr. sc. Ksenija Cindrić i drugi, (Vremenske promjene kratkotrajnih jakih oborina u razdoblju 1955. – 2010. za Split i Varaždin, Hrvatske vode 22(2014) 89 239-250).

U tablici 28 prikazane su vrijednosti nizova maksimalnih količina oborine (postaja Split-Marjan) za trajanja od 10 do 120 min: srednjak R_{sred} , pripadne standardne devijacije, koeficijenti varijacije, najveće

izmjerene količine oborine R_{max} za pojedino trajanje, te pripadno povratno razdoblje procijenjeno primjenom GEV razdiobe (engl. *Generalised Extreme Value distribution*). Iz vrijednosti standardnih devijacija i koeficijenta varijacije vidi se promjenjivost godišnjih maksimuma od godine do godine. Izmjerene maksimalne količine oborine su za sva trajanja oko dva do tri puta veće od pripadne srednje vrijednosti što zorno govori o velikoj varijabilnosti dotoka vode u vodonosnik i rijeku.

Tablica 28. Osnovna statistika niza godišnjih maksimuma kratkotrajnih oborina i procjene očekivanih maksimuma izračunate pomoću GEV razdiobe, te dekadni trend za pojedino trajanje. (meteorološka postaja Split-Marjan, razdoblje 1955.-2010.)

Trajanje (min)	R_{sred} (mm)	σ (mm)	c_v	R_{max} (mm)	T (godine)	Trend (mm/10 god)
10	10,6	4,0	0,37	22,5	74	-0,19
20	16,9	5,9	0,35	38,2	274	-0,03
30	21,1	7,0	0,33	43,4	230	0,04
40	24,0	8,2	0,34	45,3	100	0,12
50	26,1	9,3	0,36	50,6	73	0,10
60	27,7	10,3	0,37	56,6	76	0,10
90	30,8	12,4	0,40	67,0	53	0,37
120	33,4	14,1	0,42	81,0	73	0,57

R_{sred} : srednjak; σ : standardna devijacija; c_v : koeficijent varijacije, R_{max} : najveća izmjerena količina oborine, T: povratno razdoblje za R_{max}

U tablici 29 navedene su procijenjene očekivane godišnje maksimalne količine oborine i pripadne standardne devijacije za promatrana trajanja i povratna razdoblja od 5, 10, 25, 50 i 100 godina.

Tablica 29. Procijenjene očekivane godišnje maksimalne količine oborine (mm) za određeno povratno razdoblje (godina)

Trajanje (min)		Povratno razdoblje				
		5	10	25	50	100
10	R_{max}	13,4	15,8	18,9	21,2	23,5
	σ	0,84	1,04	1,32	1,56	1,85
20	R_{max}	21,3	24,7	28,7	31,6	34,4
	σ	1,17	1,44	1,79	2,04	2,29
30	R_{max}	26,7	30,5	34,8	37,7	40,4
	σ	1,41	1,70	2,04	2,27	2,49
40	R_{max}	30,5	34,7	39,4	42,5	45,3
	σ	1,68	2,00	2,36	2,60	2,81
50	R_{max}	33,3	38,4	44,4	48,5	52,3
	σ	1,95	2,37	2,87	3,22	3,55
60	R_{max}	35,4	41,3	48,5	53,6	58,6
	σ	2,16	2,68	3,32	3,79	4,24
90	R_{max}	39,1	47,0	57,7	66,3	75,3
	σ	2,61	3,40	4,51	5,42	6,38

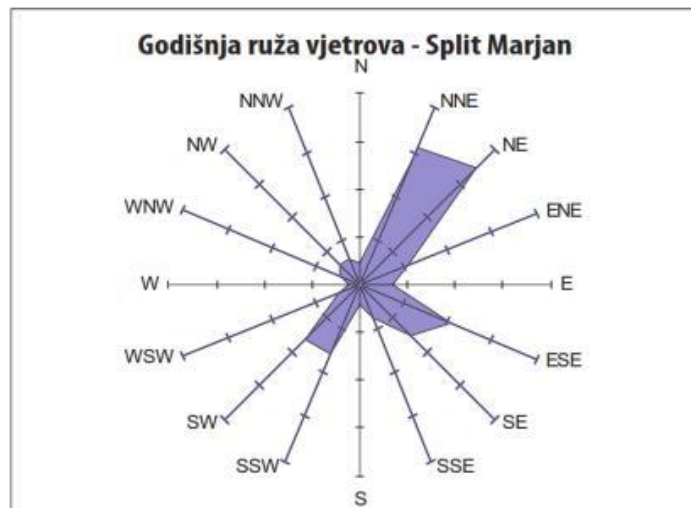
120	R _{max}	42,2	51,3	64,2	74,9	86,5
	σ	2,81	3,76	5,16	6,35	7,67

Provedena je analiza promjena godišnjih maksimuma kratkotrajnih oborina tako da su analizirane vrijednosti oborina u dva podrazdoblja: 1955. – 1980. i 1981. – 2010. U dva podrazdoblja na području Splita pokazuju da su na postaji Split-Marjan prosječne vrijednosti 10 do 60-minutnih godišnjih maksimuma manje za 2 % do 7 % u novijem razdoblju (1981. – 2010.) od onih u prethodnom razdoblju (1955. – 1980.). Ovo rezultati nisu u skladu s očekivanim klimatskim promjenama koje predviđaju povećanje varijabilnosti i intenziteta oborina a ne smanjenje. Međutim, utvrđeno je i da se je varijabilnost kratkotrajnih količina oborine povećala za sva trajanja i to od 6 % do 13 %. Rezultati ukazuju na slabo izražene, statistički neznačajne vremenske promjene kratkotrajnih količina oborine od sredine 20. stoljeća; nije zapažen statistički značajan utjecaj klimatskih promjena na pojavnost kratkotrajnih jakih oborina. **Zaključeno je da je prisutno relativno malo pojačanje oborine a ne smanjenje. Međutim, rezultati ukazuju da nije pouzdano koristiti procjene očekivanih maksimuma za dulja povratna razdoblja (dulja od 50 godina).** Trebat će pričekati novije podatke za dugoročne prognoze.

Iz provedene analize vidljiva je velika varijabilnost oborina na području sliva rijeke Jadro što predstavlja problem za efikasno upravljanje sustavom odvodnje oborinskih voda. **Problemi koji se trenutno javljaju zbog oborinskih voda i bujica vezanih uz nefunkcioniranje sustava odvodnje (nepostojanje) stoga nisu rezultat klimatskih promjena nego stanja (nedovoljnog kapaciteta) oborinske kanalizacije i promjena koje se dešavaju urbanizacijom slivnog područja. Dosadašnje klimatske promjene nisu utjecale na režim kratkotrajnih oborina niti na vodne valove koji se generiraju u topografskom slivu.**

Vjetar

Na meteorološkoj postaji Split-Marjan izmjerene veličine ukazuju da je područje vjetrovito tako da tijekom godine ima u prosjeku više od 100 dana s jakim vjetrom (od 6 do 8 Bf), a s olujnim vjetrom (preko 62 km/sat) više od 30 dana. U slivnom području rijeke Jadro vjetrovi (slika 74) su nešto manji zbog zaklonjenosti udoline kojom teče rijeka. Bura i jugo su dominantni vjetrovi i mogu puhati tijekom cijele godine. Bura puše na mahove i donosi hladno, ali suho i vedro vrijeme. Olujnoj buri, koja se češće pojavljuje zimi, posebno je izloženo obalno područje oko ušća rijeke Jadro, a maksimalni udari bure mogu biti i veći od 48,5 m/s. Jugo je u prosjeku slabijeg intenziteta, a donosi kišu i sparno vrijeme posebno na padinama Kozjaka i oko Klisa.



Slika 74. Godišnja ruža vjetrova za period 1948. – 1996. (meteorološka postaja Split-Marjan)

Valovi generirani vjetrovima na području ušća rijeke su relativno mali i u plitkom moru oko ušća se brzo smanjuju i zbog toga ne ugrožavaju ušće i obale oko ušća.

Vlaga, snijeg, mraz i magla

Srednja godišnja relativna vlaga iznosi oko 60 % i u skladu je sa značajkama okoliša u blizini mora.

Snijeg, mraz i magla rijetke su pojave u obalnom području sliva dok su zagorskom dijelu hidrološkog sliva češća pojava.

Iz iznesenog proizlazi da izrazito opasna olujna nevremena su rijetkost na ovim prostorima, te da osim temperature za sada na ovim prostorima nije došlo do značajnijih klimatskih promjena. To je donekle u skladu i sa službenim podacima Strategije prilagodbe klimatskim promjenama u RH koje se prezentiraju u nastavku.

36. Prognozirane promjene klime – Hrvatska strategija prilagodbe klimatskim promjenama

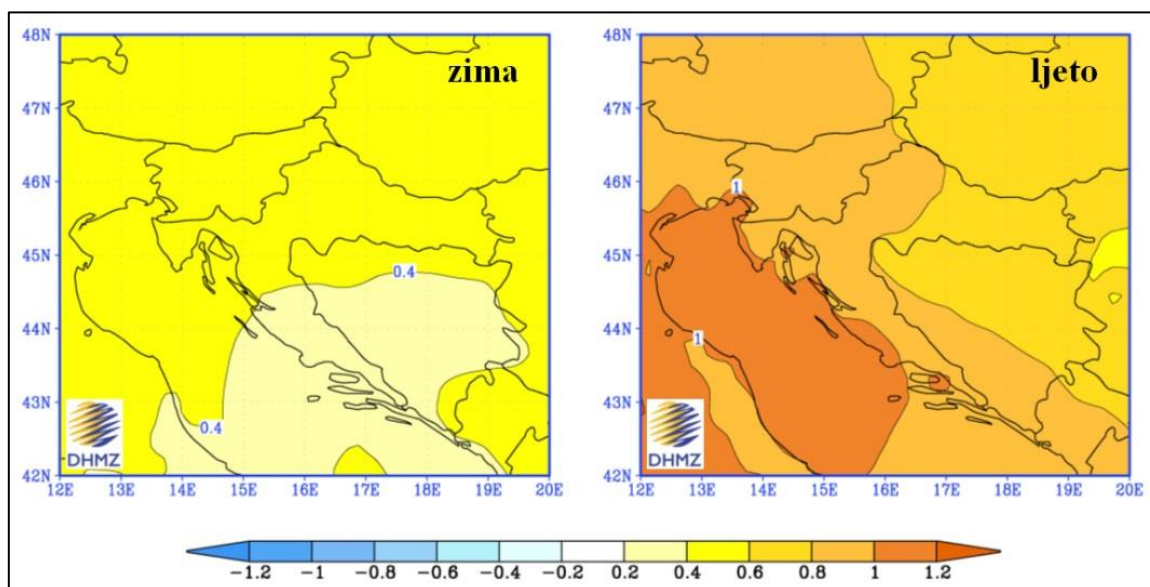
Službeni podaci o klimatskim promjenama na području Hrvatske mogu se naći u dokument „Strategija prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. Godinu“, NN 46/2020.

Scenarij RCP4.5 je onaj koji se koristi u izradi Strategije prilagodbe klimi u Hrvatskoj jer se predviđeni razvoj koncentracije stakleničkih plinova smatra vjerojatnijim nego u scenariju RCP8.5. Podaci za Grad Solin i području RH dobivene su simulacijama klime regionalnim klimatskim modelom RegCM prema A2 scenariju za dva 30-godišnja razdoblja:

- Razdoblje od 2011. do 2040. godine
- Razdoblje od 2041. do 2070. godine

Temperature

Na širem području Grada Solina u razdoblju 2011. – 2040. predviđa se porast temperature do 0,4 °C zimi te od 0,8 do 1 °C ljeti, odnosno u razdoblju 2041. – 2070., do 1,6 °C zimi, dok je za ljeto previđeno povišenje temperature za više od 2,8 °C.

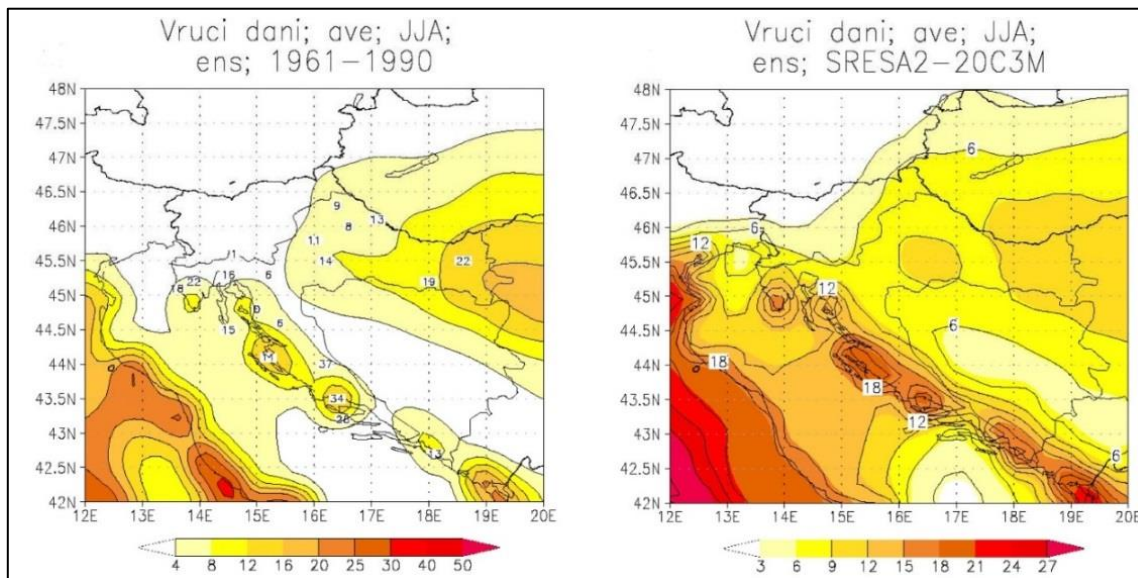


Slika 75. Promjena prizemne temperature zraka (u °C) u Hrvatskoj u razdoblju 2011. – 2040. u odnosu na razdoblje 1961. – 1990., prema rezultatima srednjaka ansambla regionalnog klimatskog modela RegCM za A2 scenarij emisije plinova staklenika za zimu (lijevo) i ljeto (desno) (izvor: Državni hidrometeorološki zavod, <http://meteo.hr>)

Porast valova vrućine

Sukladno porastu srednje temperature zraka, koja se odvija i odvijat će se s najvećim intenzitetom u ljetnim mjesecima, bilježi se i porast valova vrućine (engl. *heat waves*) u cijelom obalnom području. Valovi vrućine koji se događaju u današnjoj klimi bili su vrlo rijetki prije tridesetak godina, a njihovo pojavljivanje u budućoj klimi u području rijeke Jadro se predviđa s barem dvostruko većim frekvencijom pojavljivanja u odnosu na današnju klimu. To uključuje i njihovo trajanje, koje će se višestruko produžiti u odnosu na današnju klimu, kao i na njihov intenzitet, odnosno same iznose maksimalnih i minimalnih dnevnih temperatura (slika 76).

Navedene promjene će imati veliki utjecaj na pojavu suša i svih drugih pratećih posljedica takvog stanja. To je dugoročna i stalna prijetnja održivosti življenja i rada na prostoru hidrološkog sliva rijeke Jadro.



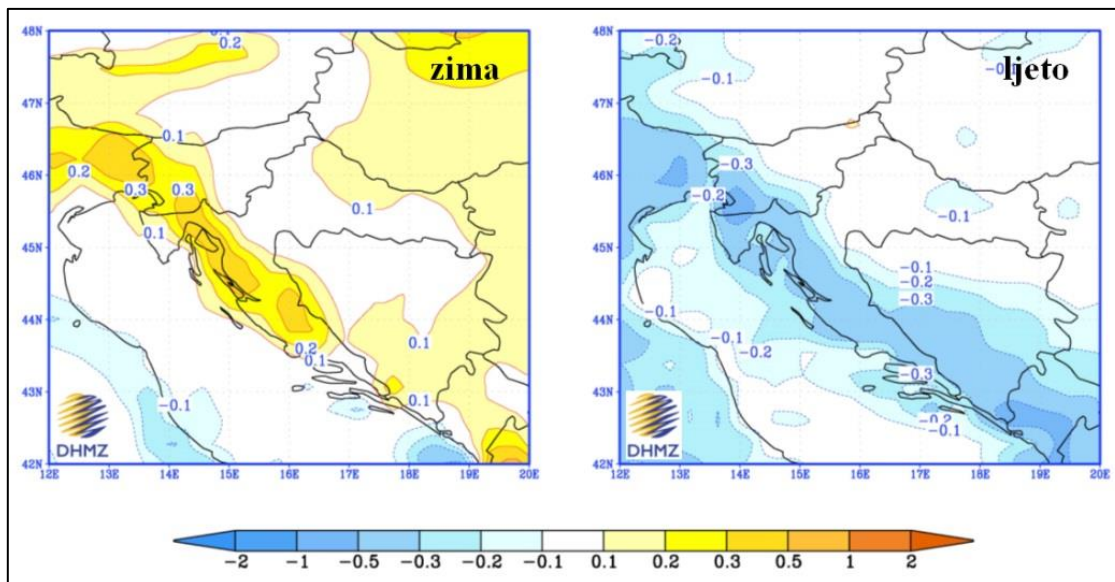
Slika 76. Broj dana s maksimalnom temperaturom većom od 30 °C (tzv. vrući dani) u ljetnom razdoblju (lipanj – kolovoz) u razdoblju 1961. – 1990. (lijevo), te razlika između razdoblja 2041. – 2070. i 1961. – 1990. (desno), prema rezultatima srednjaka ansambla regionalnog klimatskog modela RegCM za A2 scenarij emisije plinova staklenika (izvor: Državni hidrometeorološki zavod, <http://meteo.hr>)

Oborine

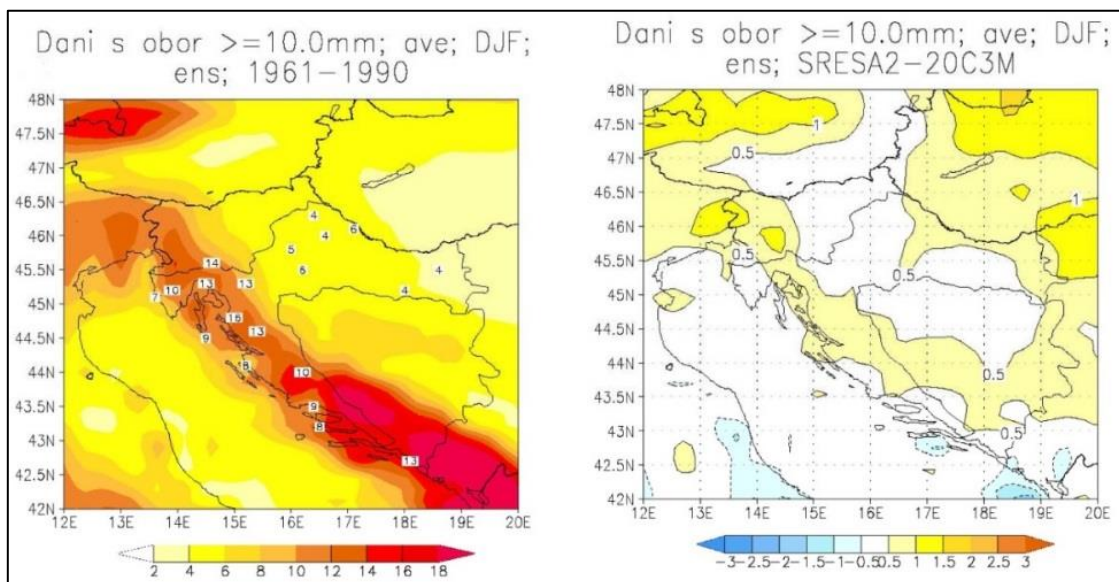
Promjene količine oborina u bližoj budućnosti (2011. – 2040.) su vrlo male i ograničene samo na manja područja te variraju u predznaku ovisno o sezoni te na temelju dostupnih podataka ne može se statističkom značajnošću reći kakvo će biti stanje na području Grada Solina. U drugom razdoblju buduće klime (2041. – 2070.) promjene oborina u RH su nešto jače izražene pa se na temelju toga mogu donijeti i određeni zaključci za područje Grada Solina, iako niti oni nisu statistički značajni. Prema slici ispod (slika 77) za područje Grada Solina predviđa se porast količine padalina do 0,2 mm/dan zimi te smanjenje do 0,3 mm/dan ljeti. U ovom periodu predviđa se smanjenje godišnjih oborina od 2 do 7 %, najviše ljeti, od 5 do 25 %, zatim jesen od 3 do 13 %, a proljeće od 3 do 8 %, dok se zimi očekuje porast oborina za oko 2 do 7 %.

Osim generalne promjene količine oborina, očekuje se i promjena njezinog intenziteta. Pri tom će se oborine više koncentrirati u kratkim razdobljima u trajanju od nekoliko sati, te je moguće da, naročito u ljetnom razdoblju, u nekoliko sati količina oborina u području Solina premaši i iznose za pojedine mjesece, odnosno 100 mm. Osim toga, predviđa se porast varijabilnosti ekstremnih oborinskih događaja, pa je moguće da se ekstremni događaji neće događati u produženim vremenskim

razdobljima, nakon čega je moguća pojava izrazite oborinske epizode, koja u područja Solina može izazvati bujične poplave (slike 77 i 78).



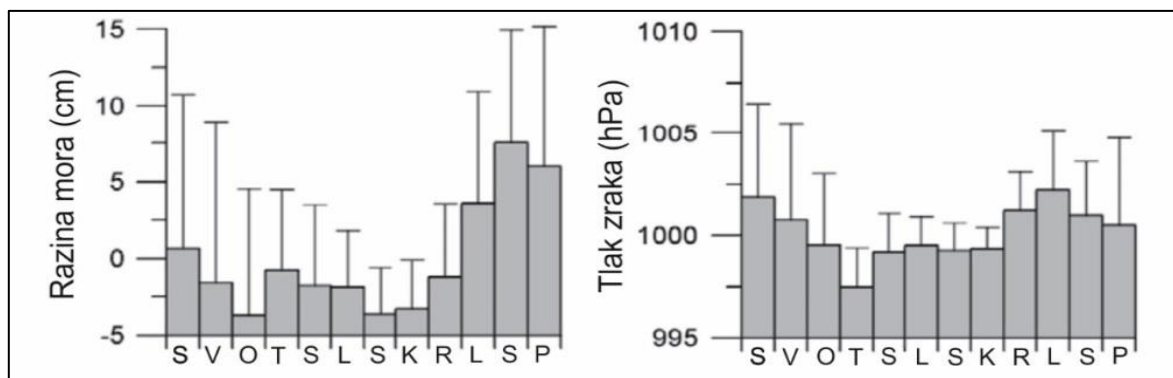
Slika 77. Promjena oborine u Hrvatskoj (u mm/dan) u razdoblju 2041. – 2070. u odnosu na razdoblje 1961.-1990., prema rezultatima srednjaka ansambla regionalnog klimatskog modela RegCM za A2 scenarij emisije plinova staklenika za zimu (lijevo) i ljetno (desno) (izvor: Državni hidrometeorološki zavod, <http://meteo.hr>)



Slika 78. Broj dana s oborinom većom od 10 mm u zimskom razdoblju (prosinac-veljača) u razdoblju 1961.-1990. (lijevo), te razlika između razdoblja 2041.-2070. i 1961.-1990. (desno), prema rezultatima srednjaka ansambla regionalnog klimatskog modela RegCM za A2 scenarij emisije plinova staklenika (izvor: Državni hidrometeorološki zavod, <http://meteo.hr>)

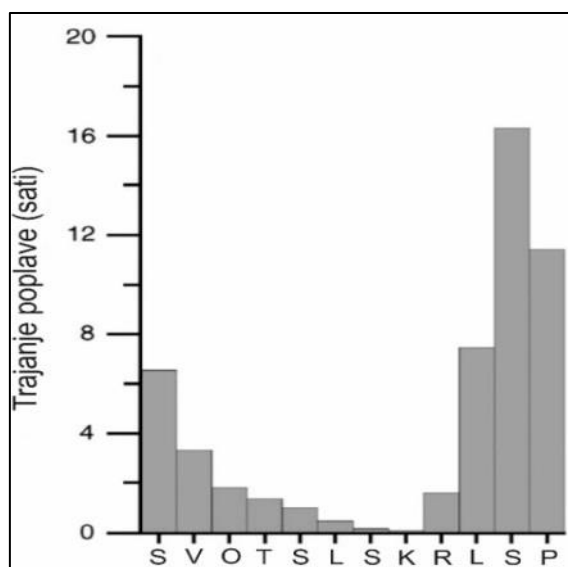
More

Što se tiče promjena srednje razine mora predviđeno je manje povećanje u odnosu na današnje stanje (slika 79).



Slika 79. Godišnji hod srednje razine mora, tlaka zraka, na meteorološkoj i mareografskoj postaji Split, s pripadajućom standardnom devijacijom (izvor: Vilibić (2006a))

Razina mora ima izrazitu varijabilnost u tijeku jedne godine, uz najviše vrijednosti koje se mjere tijekom kasne jeseni i rane zime (slika 79). Razlog tome je širenje stupca mora zbog prijenosa topline u dublje slojeve tijekom jeseni. U istom dijelu godine bilježi se i najveća vjerojatnost za pojavu ekstremnih događaja poplavlivanja obalnog područja što, uz izrazito puhanje jugoistočnog vjetrova (juga) i valova koje ono uzrokuje, može značajno ugroziti obalnu infrastrukturu i objekte u obalnom području grada Kaštelanskog zaljeva, ali manje na području ušća rijeke Jadro koje je zaklonjeno od južnih vjetrova dok bura stvara valove koji se kreću od obala ušća rijeke prema Kaštelanskom zaljevu.



Slika 80. Godišnji hod trajanja poplave (u satima) mjereno na mareografskoj postaji Split u razdoblju 1957. – 2002. Poplava je definirana kao rezidualna (bez plimnog signala) visina razine mora viša od 40 cm (izvor: Vilibić (2006b))

Razina mora ima izrazitu varijabilnost u tijeku jedne godine, uz najviše vrijednosti koje se mjere tijekom kasne jeseni i rane zime (slika 80). Razlog tome je širenje stupca mora zbog prijenosa topline u dublje slojeve tijekom jeseni. U istom dijelu godine bilježi se i najveća vjerojatnost za pojavu ekstremnih događaja poplavlivanja obalnog područja. Klimatološki modeli, globalni i lokalni predviđaju porast srednje razine mora na području Kaštelanskog zaljeva (tablica 30).

Tablica 30. Prognoze promjene srednje razine mora

Scenarij – razina mora	2030.	2050.	2100.
IPCC Globalno	9 do 17 cm	16 do 34 cm	27 do 97 cm
Kaštelanski zaljev	8 do 20 cm	15 do 40 cm	30 do 120 cm

To su dugoročno gledajući značajne promjene koje će imati negativni utjecaj na niske zone Grada Solina i na prijelazne vode i ušće rijeke Jadro. Za sada utjecaji nisu značajni ali se ne mogu zanemariti.

Pojava dugotrajnih sušnih razdoblja

U obalnom području Republike Hrvatske, pa tako i u području sliva rijeke Jadro (temeljeno na mjerenjima na meteorološkoj postaji Split-Marjan), u današnjoj klimi prevladava porast sušnih razdoblja, zbog generalnog pomaka putanja ciklona prema polovima (slika 81). Takav trend naročito je izražen na godišnjoj skali i za maksimalna sušna razdoblja, koja su statistički značajna i veća od 10 % u promatranom razdoblju (1961. – 2000.). Od sezona, najznačajniji trend porasta sušnih razdoblja u području Kaštela je zabilježen u ljetnom razdoblju, a trend je najmanji u jesenskom razdoblju. Nastavak ovih trendova predviđa se i u scenarijima buduće klime, naročito u ljetnom periodu.

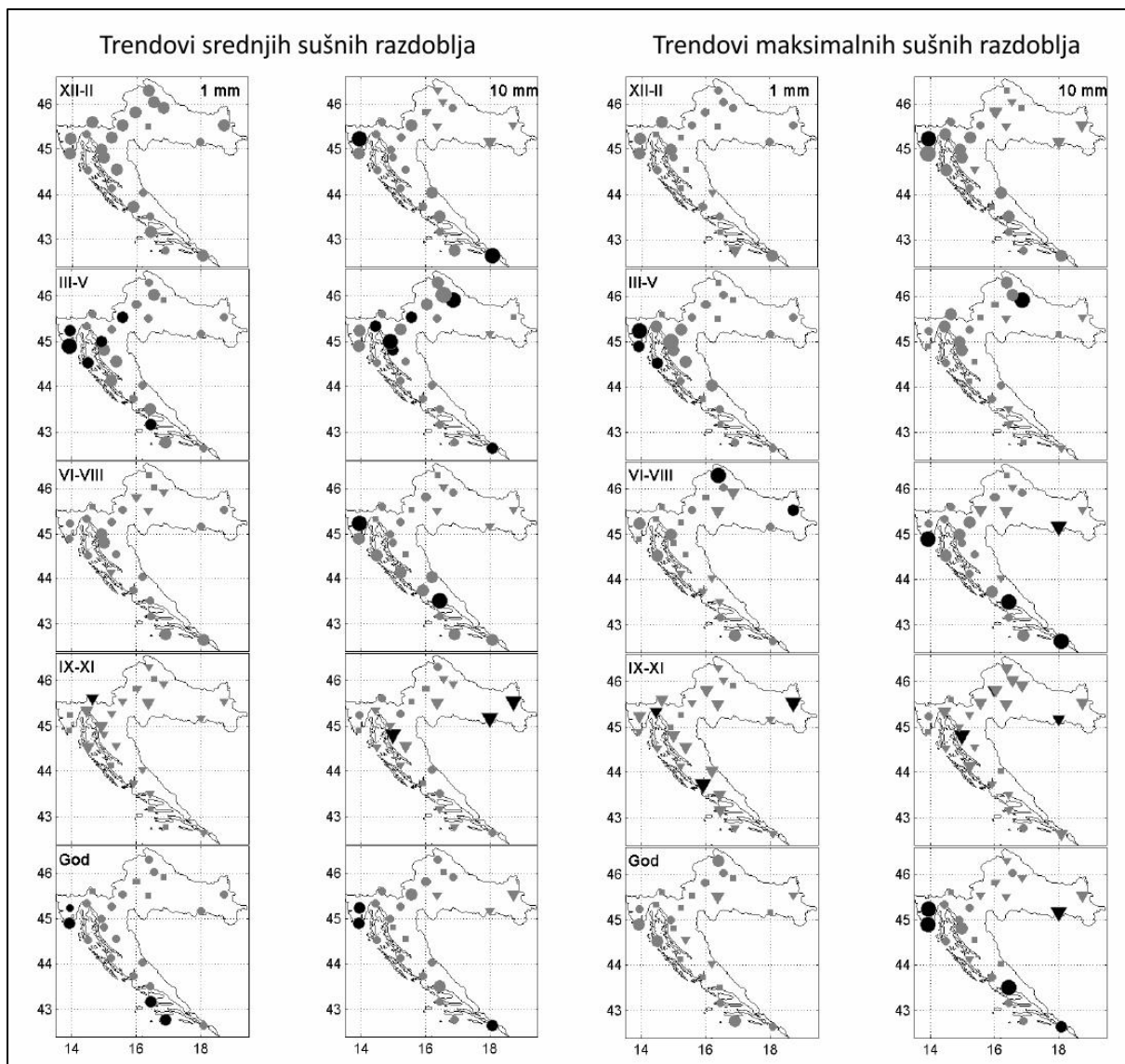
Slično se očekuje i u zaleđu na području hidrološkog sliva izvora Jadro. Ovo su vrlo negativni trendovi koji će imati značajni utjecaj na raspoloživost vode u sušnom periodu godine. Za očekivati je povećanje hidroloških, poljoprivrednih, društveno-ekonomskih i ekoloških suša u cijelom hidrološkom slivu rijeke.

Promjene u režimu vjetrova

Sadašnji i budući trendovi u srednjoj brzini vjetra ukazuje na smanjenje srednje brzine vjetra, sukladno opaženom i predviđenom smanjenju ciklonalne aktivnosti u području Kaštelanskog zaljeva. No, smanjenje ne obuhvaća pojavu ekstremnih epizoda puhanja vjetra, naročito bure, koja može dostići značajne iznose brzina u području Kaštelanskog zaljeva. Vjetrovi ne bi trebali biti neka novija značajnija prijetnja u odnosu na dosadašnje razdoblje.

Zaključak

Navedeno su jedini službeni podaci dostupni za analizu utjecaja klimatskih promjena na čovjeka, prirodni okoliš i izgrađeni okoliš. Globalni klimatski modeli su samo procjena mogućih promjena i nisu stvarno/istinito buduće stanje koje ovisi od niza čimbenika koje modeli ne mogu cjelovito obuhvatiti. Znači da modeli u odnosu na istinito stanje imaju određenu grješku. Preslikavanje globalnih modela na regionalne donosi dodatne grješke tako da su i ovi modeli samo jedna aproksimacije mogućeg trenda promjena i stanja. Transformacija klimatskih prognoza u hidrološke modele s ulaznim varijablama kraćih vremenskih koraka (tjedni, mjesečni) je još jedna razina procjene i dodatnih grješaka što sve skupa otežava analize i pouzdano planiranje mjera jačanja otpornosti. Mora se uvažavati veći faktor sigurnosti. Nažalost, potrebne klimatske informacije s kraćim vremenskim koracima neće uskoro biti dostupne. Širok raspon promjenjivih klimatskih uvjeta čini procjenu i dizajn mjera jačanja otpornosti vrlo teškim i neizvjesnim. Također, nesigurnost u budućoj klimatskoj predvidljivosti otežava izravnu upotrebu rezultata klimatskog modela kao ulaza za predvidljivost hidroloških sustava i dizajn infrastrukture. Zato se analize moguće ranjivosti voda i područja rijeke Jadro treba prije svega procijeniti na temelju analiza osjetljivosti/ponašanja sustava u prošlosti i kapaciteta prilagodbe analizirajući ključne varijable i informacije vezane za pojedini tip prijetnje. Dobivena ranjivost se analizira u odnosu na prijetnje a sve kako bi se procijenio rizik. To je pristup koji je korišten u ovoj studiji.



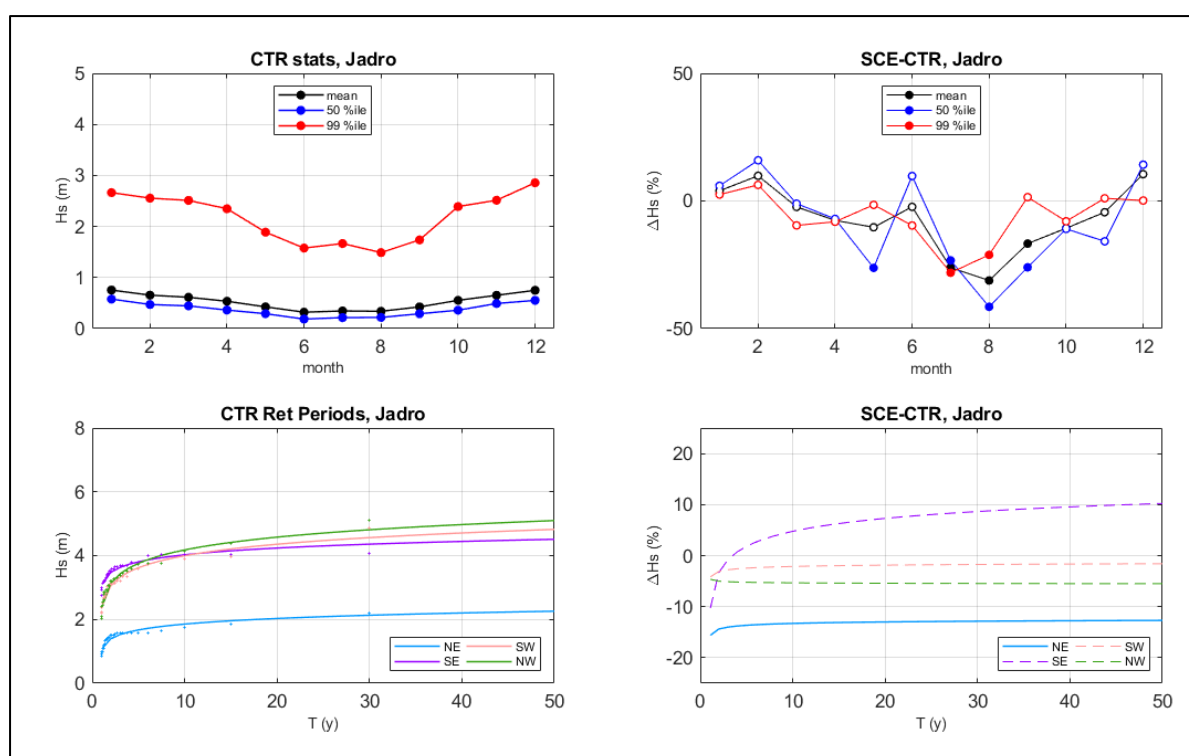
Slika 81. Trendovi srednjih sušnih razdoblja za prag oborine 1 mm (lijevi stupac) i 10 mm (desni stupac) u razdoblju 1961. – 2000., za sezone (gornja četiri retka) i godinu (donji redak). Kružići označavaju pozitivan, trokuti negativan trend, a podebljani simboli označavaju statistički signifikantan trend. Veličina simbola je proporcionalna apsolutnom iznosu trenda u odnosu na srednjak: 1-5 %/10 god, 5-10 %/10 god te veći od 10 %. Kvadratići označavaju trend između +/- 1 %/10 god. (izvor: Državni hidrometeorološki zavod, <http://meteo.hr>).

37. Regionalni modeli promjene klime korišteni u projektu CHANGE WE CARE

Jedna od aktivnosti projekta CHANGE WE CARE je bila i analiza klimatskih promjena regionalnim modelom za područje Jadrana. Korišten je RCP 8.5 *climate change scenario*. Rezultati simulacije valova su uglavnom prikazani za otvoreno more (*offshore*) a nisu za uže područje obale kao što je to područje Kaštelanskog zaljeva i ušća rijeke Jadro. Zato se rezultati ne mogu značajnije koristiti u ovoj studiji. To je očekivano jer se radi o maloj morskoj površini u odnosu na korištenu diskretizaciju prostora Jadrana. Istraživanje se odnosi na razinu mora, valove i fizikalne značajke. Klima i klimatske značajke nisu bile dio istraživanja. Dobiveni rezultati uglavnom potvrđuju prognoze navedene u Strategiji RH.

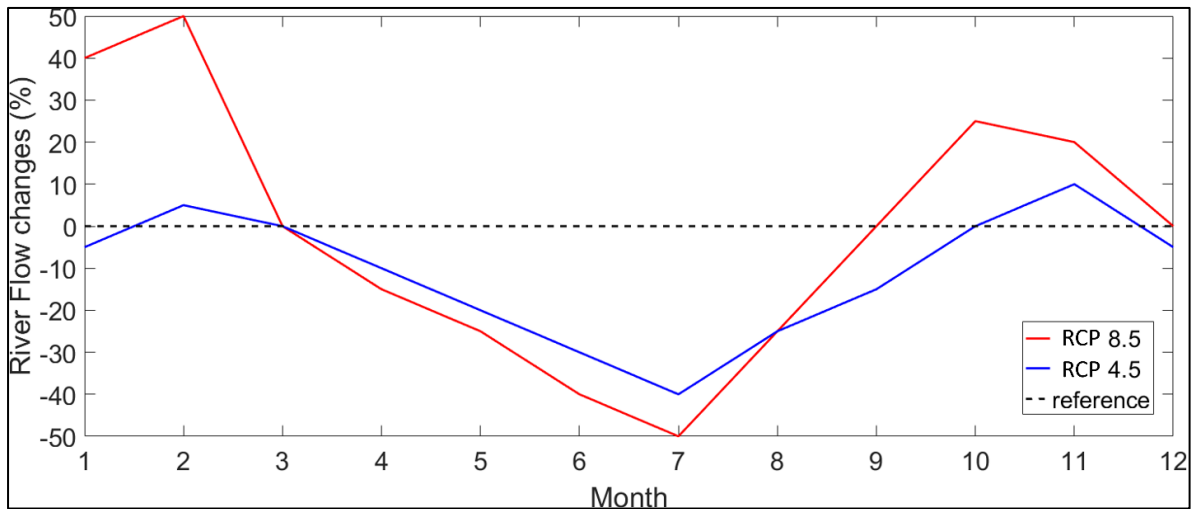
Rezultati za područje pilot projekta Kaštelanski zaljev i rijeku Jadro:

„Područje uz obalu rijeke Jadro (slika 82) najviše je izloženo morskim stanjima koji se događaju u jugoistočnom dijelu zaljeva s očekivanom tendencijom smanjenja većine statistika o valovima tijekom cijele godine, uz statistički značajno smanjenje od 20 do 40 % tijekom ljetnih mjeseci. Ne očekuje se da će ekstremni događaji doživjeti statistički značajne varijacije. Statistički značajni trendovi koji utječu na ljetnu statistiku i ekstremne događaje nisu posebno relevantni za dinamiku ovog dijela obale.“



Slika 82. Statistika valova rijeke Jadro i Kaštelanskog zaljeva (offshore). Gore: Hs klimatologija (gore lijevo) i projicirane relativne varijacije (gore desno, prazne oznake koje predstavljaju statistički nevažne informacije). Dolje: H-ovi iz različitih kvadranta i za različita razdoblja povrata (dolje lijevo, točke koje predstavljaju modelirane vrijednosti i debele linije koje predstavljaju prikladnu Gumbelovu distribuciju) i projicirane varijacije u scenariju klimatskih promjena (dolje desno, isprekidane linije koje predstavljaju statistički neznatne trendove).

„Pored promjena nametnutih silama ERA-I i MEDSEA predstavljenim u prethodnim paragrafima, (1) volumni omjer miješanja pet atmosferskih plinova (ugljični dioksid, metan, dušikov oksid i klorofluorouglikovodici 11 i 12) korišten u procjenama je modificiran u scenarijima korištenjem projiciranih vrijednosti (Meehl et al. 2007.; Bernstein et al. 2008.) u prosjeku između 2060. i 2100. (Tablica 3.2), i (2) povijesni mjesečni pritoci rijeka Jadranskog mora su klimatološki promijenjeni za RCP 4.5 i RCP 8.5 scenariji (slika 83) nakon studije Maciasa i sur. (2018.).“

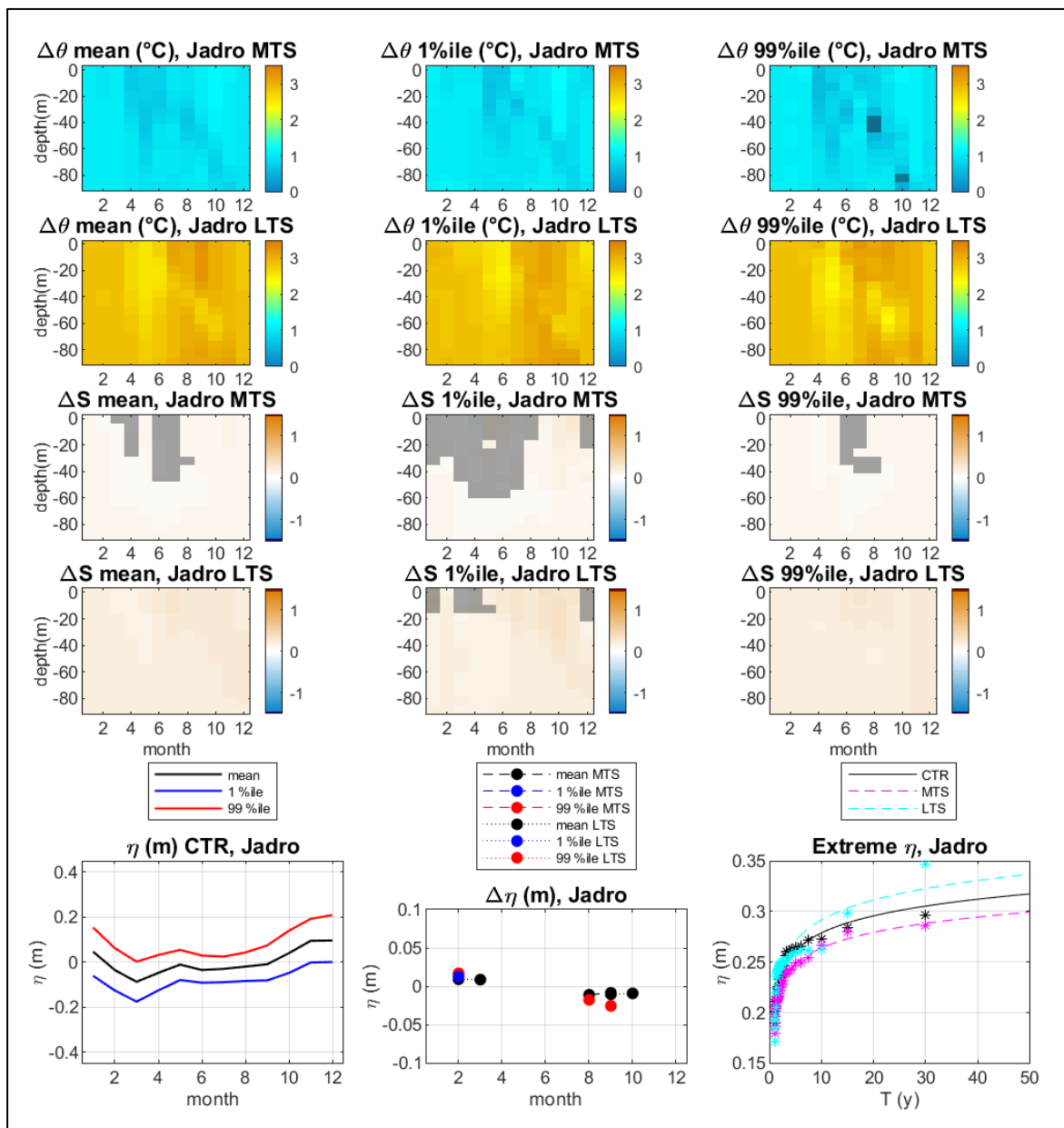


Slika 83. Mjesečne klimatske promjene (u postocima) za protoke rijeka Jadranskog mora za scenarije RCP 4.5 i RCP 8.5

Vidljivo je da je za scenarij RCP 4.5 predviđeno povećanje zimskih protoka do 5 % i smanjenje ljetnih do 30 %. U slučaju RCP 8.5 zimsko povećanje je veće, oko 50 % a ljetno smanjenje isto tako do 50 %. Trend je očekivan s obzirom na planirano povećanja oborina zimi i smanjenje ljeti. Međutim, osim trenda dobiveni rezultati ne vrijede za Jadro jer se radi o podzemnim vodama a ne o površinskim vodama riječnog bazena kao što je to recimo Neretva ili rijeka Po u Italiji. O time će biti više govora u analizi osjetljivosti vodnih resursa.

U pogledu utjecaja klimatskih promjena na olujne udare, poznato je da su poplave priobalnih gradova duž jadranske obale – a posebno na sjevernom Jadranu, pod utjecajem juga. Ova prijetnja nije toliko od značaja za područje Solina jer se radi o zatvorenom moru zaklonjenom od južnih vjetrova.

Analizirana je i promjena temperature mora i saliniteta. Rezultati za šire područje Kaštelanskog zaljeva su prikazani na slici 84.



Slika 84. Rijeka Jadro i Kaštelanski zaljev (offshore) – statistike za more. Varijacije potencijalne temperature (redovi 1-2), saliniteta (redovi 3-4) i razine mora (dno, izračunata neto godišnjeg pokretnog prosjeka) u scenarijima MTS (2020-2049) i LTS (2070-2099) s obzirom na CTR (1987-2016) uvjeti. Statistički neznačajne količine osjenčane su sivom bojom (temperatura i salinitet), nisu prikazane (klimatološke varijacije razine mora) ili prikazane isprekidanim linijama (dolje desno).

„Prema nedavnim regionalnim klimatskim projekcijama, mediteranska klima će tijekom 21. stoljeća postati toplija i suša. Međutim, postavlja se pitanje kako će klimatske promjene utjecati na dinamiku mora i, posljedično, na promjene termohalinih svojstava Mediterana, budući da je utjecaj površinske slanosti na konvektivne procese nepoznat. Dosadašnja numerička istraživanja pokazuju da bi do kraja 21. stoljeća termohalinska cirkulacija Mediterana mogla oslabiti do 40 % u srednjim slojevima i čak 80 % u dubljim slojevima u odnosu na sadašnju klimu, prvenstveno zbog smanjenje intenziteta procesa proizvodnje guste vode (Somot i sur., 2006.). Termohalinska svojstva i povezani procesi u Jadranu u budućoj klimi još nisu dovoljno istraženi, a jedini nagovještaj budućih svojstava u Jadranu, na temelju

analize dostupnih dugoročnih podataka o oceanu, ukazuje na slabljenje termohalinske cirkulacije na Jadranu u posljednjih 70 godina (Vilibić i sur., 2013.).“

Zaključak

Rezultati provedenih istraživanja klimatskih promjena za područje Jadrana su samo donekle relevantni za zatvoreno more Kaštelanskog zaljeva i ušće rijeke Jadro. Naime, modeli nisu obuhvatili obalno more već samo otvoreno (*offshore*). Bez razlike na to, uočeni trendovi promjena na otvorenom moru će se prenositi i na obalno more, te ih kod analiza utjecaja na obalne ekosustave treba uvažavati.

38. Izloženost i klimatske prijetnje održivosti vodnog područja rijeke Jadro

Okoliš (prirodni i izgrađeni) na širem području rijeke Jadro izložen je velikim ekološkim problemima kao rezultat pritiska kojeg generira globalni i lokalni društveno-ekonomski razvoj. Okoliš se suočava s nekoliko problema, a mnogi od njih se s vremenom pogoršavaju, dovodeći nas u stanje ekološke krize. Stoga postaje sve važnije podizati svijest o postojanju ovih problema, kao i o tome što se može učiniti kako bi se smanjio njihov negativni utjecaj. Neki od ključnih problema s kojima smo suočeni su *globalni*, rezultat globalnih procesa, koji se zbog toga moraju globalno rješavati:

1) Globalno zatopljenje

Emisija stakleničkih plinova uslijed ljudske aktivnosti uzrokuje globalno zagrijavanje, što zauzvrat uzrokuje porast temperature zraka što dovodi do porasta razine mora, otapanja polarnih ledenih kapa, poplava, stvaranja pustinskih-sušnih područja, smanjenje koncentracije u vodama i drugo. Brojne ljudske aktivnosti uzrokuju ispuštanje stakleničkih plinova i zagrijavanje atmosfere.

2) Povećanje kiselosti mora

Povećanje proizvodnje ugljičnog dioksida od strane ljudi uzrokuje porast kiselosti oceana, što negativno utječe na morski život i njegovu biološku raznolikost. Kiselost se cirkulacijom mora širi na sve dijelove pa i Jadransko more, odnosno Kaštelanski zaljev.

3) Smanjenje ozonskog omotača

Onečišćenje uzrokovano klorofluorouglikovodicima (CFC) u zraku stvara rupe u ozonskom sloju, koji štiti zemlju od štetnog UV zračenja i time zdravlje ljudi.

4) Kisele kiše

Zagađivači u atmosferi poput sumpornog dioksida i dušikovih oksida uzrokuju kisele kiše, što ima negativne posljedice za ljude, životinje i život na kopnu i u vodi.

Drugi problemi su *lokalnog i regionalnog* karaktera te se stoga trebaju lokalno rješavati:

5) Naseljenost i urbanizacija

Suočeni smo s nedostatkom resursa kao što su hrana, voda i gorivo za održavanje rastuće populacije, posebno u zemljama u razvoju. Isto tako, suočeni smo s nedostatkom prostora za naseljavanje na atraktivnim obalnim destinacijama. Intenzivna poljoprivreda koja pokušava umanjiti problem zapravo dovodi do veće štete korištenjem kemijskih gnojiva, pesticida i insekticida. Ove tvari onečišćuju zrak, tlo i vode i time sve više ugrožavaju zdravlje ljudi.

6) Odlaganje otpada

Prekomjerna količina otpada se stvara i baca u okoliš. Medicinski otpad, lijekovi, posebno su opasni, kao i plastika i elektronički otpad i druge perzistentne tvari i proizvodi koje čovjek nakon upotrebe odbacuje. Ako se adekvatno ne zbrine otpad onečišćuje zrak, tlo i vode a time ugrožava čovjeka, njegovo aktivnosti i zdravlje.

7) Onečišćenje

Urbani okoliš zrak, voda i tlo su sve više onečišćeni različitim štetnim tvarima, a posebno toksičnim poput sintetičkih tvari, teških metala i nitrata. Onečišćenje koje je nastalo ispuštanjem plinova iz tvornica i prometnih vozila, izgaranjem fosilnih goriva, kiselom kišom, izlivanjem nafte i maziva, odlaganjem industrijskog otpada i drugim aktivnostima sve više ugrožava zdravlje ljudi, standard i održivost življenja.

8) Gubitak šumskih područja, autohtone flore i faune

Gubitak drveća kako bi se stvorio prostor za stambene, industrijske ili komercijalne projekte ili zbog požara znači da se uništava biološka raznolikost, proizvodi manje kisika, apsorbira manje ugljičnog dioksida a to utječe na temperaturu zraka i režim kiša te procese erozije tla i druge prirodne procese u okolišu.

9) Gubitak biološke raznolikosti na kopnu, vodi i moru

Vrste i staništa izumiru zbog ljudskih aktivnosti kao što su urbanizacija, reguliranje voda i morskih obala, isušivanje močvarnih područja, itd. To uzrokuje neravnotežu u prirodnim procesima (poput oprašivanja) i predstavlja prijetnju održivosti ekosustava i njihovih procesa koji su od egzistencijalne važnosti za čovjeka. Posebno je pogođeno uništavanje ranjivih obalnih područja kao što su močvare i ušća rijeka u more.

10) Pitanja javnog zdravstva

Nedostatak čiste vode jedan je od vodećih ekoloških problema i velika prijetnja održivom življenju na nekom prostoru. Onečišćujuće tvari u zraku uzrokuju probleme poput respiratornih i kardiovaskularnih bolesti. Visoke temperature su štetne po zdravlje ljudi. Kontaminirana hrana uzgojena na kontaminiranom tlu/području / u vodi i s vodom koja je onečišćena. Nečisto more i kontaminirani plodovi mora, more za kupanje, te cijeli niz drugih prijetnji vezano uz nezdrav okoliš su također zdravstvena prijetnja.

Sve su ovo problemi s kojima su suočeni stanovnici koji žive na području rijeke Jadro, ali su isto tako i dijelom zaslužni za njihovo nastajanje. Svatko shodno svojim aktivnostima doprinosi zajedničkom problemu, što znači da svi trebaju lokalno raditi na smanjenju nastajanja globalnih problema, a ne samo na ublažavanju njihovih lokalnih posljedica.

39. Mogući klimatski učinci na vodni sustav rijeke Jadro

Čimbenici koji određuju klimatske promjene na širem području rijeke Jadro mogu se definirati kao:

- porast maksimalnih temperatura
- porast minimalnih temperatura
- rast srednje razine mora
- rast valova i oscilacija morske razine
- više temperature i kiselost mora
- porast ekstremnih vremenskih pojava, jakih kiša, tuče i vjetrova
- smanjenje oborina, posebno u vegetacijskom periodu
- pojava ekstremnih suša
- povećana insolacija

Ovi čimbenici stvaraju pritiske i promjene koje se moraju ublažavati kroz jačanje otpornosti i mjere prilagodbe, shodno ranjivosti područja u odnosu na klimatske promjene i druge društveno-ekonomske

aktivnosti u prostoru. To se podjednako odnosi na topografski sliv rijeke Jadro kao i na hidrološki sliv izvora rijeke Jadro i s njima povezane hidrološke i morske sustave.

Navedene prognozirane klimatske promjene će se manifestirati u širem području rijeke Jadro u mnogim okolišnim aspektima, a učinci klimatskih promjena odrazit će se na više područja ljudskih aktivnosti kao i do sada, ali s drugim intenzitetom ovisno o veličini promjena. Sadašnje stanje je rezultat dosadašnjih klimatskih i antropogenih pritisaka na urbani i prirodni sustav koji će se nastaviti i u budućnosti, shodno očekivanim promjenama klime, ali i korištenja/prenamjene prostora. Ništa nova se ne događa samo je pitanje jačine i brzine budućih promjena.

Učinci bi mogli biti dosta izraženi, s obzirom na to da je riječ o značajno urbaniziranom području, te krškom prostoru a ticat će se cjelokupnog topografskog i hidrološkog sliva i svih dijelova izgrađenog sustava i vodnog sustava (prirodnog i izgrađenog). To se odnosi na korita rijeke i obalne linije mora, urbane infrastrukture i građevina u slivnom području, zatim na upravljanje vodama, vodnu infrastrukturu i opskrbu vodom, uključujući pitku vodu, zdravlje ljudi, turizam, ugrozu od požara, erozije i klizišta, povijesne i kulturne lokalitete, kao i na gospodarstvo koje je vezano na vode i more. Sve to će imati učinak na prirodni okoliš i bioraznolikost, pri čemu su mogući i kombinirani, te višestruki utjecaji i međudjelovanja kopna-voda-mora, npr. smanjenje kopnene bioraznolikosti i ukupnog biljnog pokrova može utjecati na broj i jačinu požara i količine površinskog i podzemnog dotjecanja i otjecanja vode u slivu, te direktno i indirektno na turizam, kopnenu infrastrukturu i građevine podložne oborinskim i bujičnim vodama. U nastavku se ukratko navode učinci klime na prirodni i izgrađeni okoliš šireg područja rijeke Jadro. Stanje sustava, trendovi i promjena u vodnom sustavu područja rijeke Jadro su već prezentirane u prethodnim poglavljima (vodni resursi i stanje voda, režim voda, hidrotehnički sustavi i vodna infrastruktura), sadašnje stanje kao i posljedice na okoliš i čovjeka.

Učinci na vodne resurse i upravljanje vodnim resursima

Vodni resurs rijeke Jadro je složen, specifičan i još uvijek nedovoljno istražen i definiran. To su krške vode uzvodno od izvora rijeke Jadro, vode na području rijeke Jadro, te vode na ušću i obalno more. Sadašnje stanje vodnih resursa sustava je rezultat dosadašnjih klimatskih promjena i promjena u prostoru, te sustava korištenja voda. Najveći utjecaj na vodne resurse i njihovu održivost do sada ima lokalni društveno-ekonomski sustav, odnosno čovjek, a ne globalna promjena klime. Međutim, klima, oborine i evapotranspiracija, će i dalje biti glavni prirodni generator voda. Čovjek će i dalje mijenjati okoliš i vodni sustav, ali bi utjecaj klimatskih promjena u budućnosti mogao biti značajno veći. Očekuju se promjene prosječnih, maksimalnih i minimalnih protoka, a time i koncentracije različitih pa i štetnih tvari u vodama. Kombinacija sve većih utjecaja klime i čovjeka bi stoga mogla značajno ugroziti održivost prirodnog i društveno-ekonomskog sustava na razmatranom području. Mijenjat će se stanje voda, režim količina i kakvoće voda, ekosustavi voda a time vodoprivredni sustavi korištenje voda (unutrašnja i vanjska), zaštita voda i zaštita od voda. Prognozirano smanjenje ukupnih godišnjih oborina i povećanje temperature će smanjiti dotjecanje vode u vodonosnik izvora Jadro, minimalne protoke na izvoru rijeke Jadro i time smanjiti raspoloživi kapacitet za vodoopskrbu stanovništva i

privrede, te količine vode nizvodno u rijeci i time ugroziti sva korištenje voda i prirodni okoliš voda. Prognozirane ekstremne kiše i time velike vode zimi bi će više ugrožavati hidrotehničke objekte i sustave, obalna područja duž toka rijeke kao i toka bujica.

Mijenjat će se prirodne funkcije voda a time i prirodni i urbani okoliš koji će biti sve ranjiviji i ugrožavat će održivo življenje na razmatranom prostoru više nego do sada, a posebno ako se ne poduzmu mjere zaštite i jačanja otpornosti. Značajne promjene će se dešavati u urbanim vodnim resursima koji sve više zamjenjuju prirodne vodne resurse na ovim prostorima. To je najveća transformacija u prostoru sustava voda koja se odvija zbog ljudskih aktivnosti a ne promjene klime. Očekuju su značajne promjene u lokalnom hidrološkom sustavu koje će utjecati na održivost življenja na ovim prostorima, sve ovisno o intenzitetu budućih promjena.

Učinci na zaštićena područja okoliša

Klima mijenja direktno dio abiotičkih značajki (tlo, vode), a indirektno sve abiotičke i biotičke značajke zaštićenih područja (biološku raznolikost). Što su promjene klime veće, to će se više mijenjati i ekosustavi zaštićenih područja okoliša. Raspoloživost i razmjena vode, hrane i energije na prostoru sliva rijeke Jadro će se mijenjati, a time i osnovne i specifične značajke okoliša. Na zaštićenim područjima kao i na cijelom prostoru projekta sve klimatske promjene kao i nastale promjene procesa i stanja atmosfere, tla i vode će se kumulativno manifestirati u živom svijetu okoliša na kopnu, vodi i u moru. Promjene u hidrološkom slivu izvora Jadro su od posebnog značaja jer iste imaju najveći trajni utjecaj na stanje i korištenje vode rijeke Jadro.

Svi klimatski pritisci kao i aktivnosti na području rijeke i uz rijeku Jadro, od njenog izvora do ušća, uključujući i II zonu sanitarne vodozaštite na području naselja Blaca, kumulativno će imati negativan utjecaj na endemsku vrstu mekousne pastrve, osobito uzevši u obzir da je u rijeci zabilježeno prisustvo invazivne vrste kalifornijske pastrve (*Oncorhynchus mykiss*), koja je s mekousnom u kompeticiji za prostor i hranu. Međutim, svi klimatski pritisci u hidrološkom slivu izvora Jadro imaju daleko veći utjecaj jer vode izvora čine oko 95 % voda rijeke koja protječe zaštićenim područjem. To je područje svrstano u II., III. i IV. zonu sanitarne zaštite izvora. Kumulativni učinak svih uzvodnih promjena se javlja na ušću i u obalnom moru, jer je more Kaštelanskog zaljeva recipijent ovog područja, a ocijenjen je visoko osjetljivim zbog prisutnosti ugroženih i rijetkih staništa, te zaštićenih vrsta. Sve promjene u hidrološkom i topografskom slivu će se manifestirati na zaštićenim područjima. Hijerarhija utjecaja je definirana hijerarhijom hidrološkog sustava.

Požari kao posljedica klimatskih promjena će uništavati staništa i devastirati autohtone sorte. Međutim, najveći negativni učinci na zaštićena područja se odnose na izmjene korištenja tla, urbanizaciju, regulaciju rijeke i obale mora i druge zahvate u prostoru. To se posebno odnosi na zaštitu vode za piće, odnosno na sanitarne zone zaštite izvorišta Jadro. Striktna provedba mjera zaštite izvora Jadro u skladu s definiranim zonama sanitarne zaštite je od presudnog utjecaja na zaštićena područja

rijeke i obalnog mora. Klimatske promjene će utjecati na raspored zona sanitarne zaštite vode za piće, tako da i o tome treba voditi računa u planiranju mjera zaštite.

Učinci na upravljanje urbanim vodnim resursima

Učinci na upravljanje urbanim vodnim resursima će biti višestruki jer će vode ljeti biti manje a zimi više. Prvenstveno, manje oborina tijekom ljetnog razdoblja uz povećanu temperaturu zraka, u kombinaciji s mogućim povećanjem stanovništva koji su prisutni u području i povećanim brojem turista u razmatranom području, će uzrokovati povećanu potrošnju vode. Tu se moraju pridodati povećane količine vode koja će se, zbog istih pritisaka, koristiti za poljoprivredne aktivnosti i turističkoj privredi. Istovremeno, zbog smanjenja oborina, smanjit će se kapacitet izvorišta pitke vode, a s obzirom na to da ta izvorišta opskrbljuju ne samo područje Jadra, već i Splita i šireg područja, postoji realna mogućnost problema u vodoopskrbi kojeg je potrebno pravovremeno rješavati putem integralnih rješenja u cijelom području srednje Dalmacije. Uz to, bit će potrebno i smanjiti velike gubitke vode u sustavu.

Osim navedenog problema, a s obzirom na postojeću izgrađenost područja, rješenja i kapacitet odvoda oborinskih voda, postoji mogućnost da kapacitet postojećih sustava odvodnje oborinskih i bujičnih voda budu nedovoljni, te da stoga dođe do razlijevanja voda i negativnog utjecaja na kopnenu infrastrukturu i vode izvora, rijeke i obalnog mora. Stoga je kod budućih rekonstrukcija kopnene infrastrukture (ceste, bujični vodotoci), kao i kod planiranja izgradnje u cijelom hidrološkom slivu (bilo stambenih bilo poslovnih objekata), potrebno pravilno dimenzionirati sustave odvodnje u skladu s prognozama promjene kiša i stanja u prostoru, te omogućiti prirodno otjecanje vode s minimalnim utjecajem na okoliš kod ekstremnih oborinskih stanja-oluja. Nužno je zadržati vodu u slivu i pročistiti, te usporiti otjecanje iz sliva prema izvoru, rijeci i moru kako bi se velike vode smanjile a onečišćenje učinkovitije izdvojilo iz vode. S obzirom na značaj izvora vode za održivost življenja i zdravlje ljudi na širem području, najveću pozornost treba posvetiti urbanim vodama u slivu izvora. Za dodatne učinke na području rijeke, prijelaznih voda i obalnog mora od presudne važnosti su mjere na području topografskog sliva. Sve prijetnje u hidrološkom slivu izvora i topografskom slivu rijeke kao i mjere zaštite se moraju integralno sagledavati i rješavati. Mjere na području grada Solina mogu poboljšati stanje voda, ali samo nizvodno od Solina.

Učinci na kopnenu infrastrukturu i građevine

Zbog porasta intenziteta oborina i time bujičnih voda u budućoj klimi kod najekstremnijih događaja, kao i zbog mogućnosti daljnje intenzivne urbanizacije i smanjenja infiltracije voda u tlo koja neće uzimati u obzir pravilno kapacitiranje odvoda bujičnih voda i oborinske kanalizacije, ranjivost kopnene infrastrukture u području sliva izvora i rijeke Jadro će vjerojatno biti povećana i u budućnosti. U tom smislu učinci klimatskih promjena mogu uvjetovati negativne utjecaje na cestovnu infrastrukturu kao i njeno djelomično uništavanje, naročito u dijelu manjih mostova i vodotoka, zbog pojačane erozije, odrona i klizišta. Osim toga, u kombinaciji s učestalijim požarima, a s obzirom na konfiguraciju i nagib

platoa na kojem se nalazi grad, moguća je pojava klizišta u pojedinim područjima bliže planini Kozjak, te intenzivna erozija tla i transport odloženih tvari i nečistoća kroz naselja u pravcu izvora, rijeku i dalje u more. Isto bi moglo dovesti do značajnog povećanja količina vode u rijeci Jadro i prelijevanja rijeke i ugrožavanja niskih obala, posebno onih koje su pod utjecajem mora. Sve to skupa uzrokovat će plavljenje niskih zona uz rijeku i more, a posebno na području prijelaznih voda i u depresijama na terenu, te tako ugrožavati ljude, njihovu imovinu i privredne aktivnosti. Isto će dovesti do nekontroliranog širenja onečišćenja na cijelom prostoru sliva od Cetine, preko sliva izvora, sliva rijeke do mora. Sve će to povećavati rizik, troškove komunalnih sustava, troškove osiguranja i financijska izdvajanja.

Učinci na obalu, obalnu infrastrukturu i građevine

Učinci na obalu će biti u cijelom području rijeke, prvenstveno zbog očekivanog porasta količina vode koja dotječe s kopna te razine mora. Već sada, kod situacija s olujnim vremenom i niskim tlakom zraka, niži dijelovi uz rijeku i obale mora. Mlat valova može biti visok na otvorenijim dijelovima morske obale posebno one izložene jugu. Takve situacije uzrokuju kvašenje infrastrukture i građevina, destabilizaciju objekata i infrastrukture i ubrzano propadanje, eroziju i podlokavanje obale, zaslanjivanje obalnih voda i tla što nakon podulje izloženosti utjecaju može uzrokovati njena oštećenja i urušavanja te sušenje biocenoze. Slični učinci se, naravno u ovisnosti o kvaliteti izgradnje, mogu očekivati i za druge objekte, a napose na objekte u niskim zonama grada koje nisu prilagođena porastu razine mora, podzemnih i kopnenih voda. Visoki vodostaji rijeke, mora i podzemne vode će smanjiti kapacitet sustava odvodnje oborinskih voda što može dovesti do izlivanja voda u nižim zonama grada. Utjecaj porasta razine mora, vodostaja rijeke i podzemnih voda očitovat će se i na kanalizacijsku infrastrukturu. Povišena srednja razina mora na prijelaznim vodama i veći valovi će poremetiti režim ispuštanja otpadnih voda, te dovesti do infiltracije mora u kanalizaciju i time utjecati na rad sustava i uređaja za pročišćavanje otpadnih voda. Slični učinci će se javljati na ostaloj podzemnoj infrastrukturi u gradu (vodovod, energetska mreža, telekomunikacije, plinska mreža i drugo), kao i na svim podzemnim građevinama koje mogu biti opterećene tlakom i silom uzgona vode. Zbog toga se objekti i infrastruktura moraju dodatno ojačati i zaštititi, što uključuje i redovito kontroliranje stanja i sanaciju oštećenja. More će procesima erozije i uslijed izdizanja mora negativno utjecati na prirodne obale i plaže koje će se smanjivati. Brojni su negativni efekti kombiniranog djelovanja kopnenih voda i mora koji su slabo vidljivi i zbog toga posebno opasni.

Učinci na kulturnu baštinu

Kulturna baština na području Solina je značajna, i u najvećem dijelu prisutna u nižim dijelovima grada te na užem obalnom pojasu, te samim time izložena i djelovanju rijeke, podzemnih voda i mora, to jest kvašenju, plavljenju i propadanju. More je u vrijeme njihove gradnje bilo niže (u antici za oko 1,5 m) tako da je to očekivano. To se naročito odnosi na Salonu i kulturnu baštinu duž rijeke Jadro i obale mora. Najbolji primjer što se može događati je sadašnje stanje područja Šuplje crkve važnog spomenika Hrvatske povijesti koja je stalno ugrožena od voda rijeke Jadro i zaobalja zbog nekvalitetno

reguliranja toka rijeke Jadro, odnosno nepotrebnog izdizanja razine korita rijeke i vodnog lica. Slično bi se moglo događati na širem prostoru Gospina otoka.

Povijesni lokaliteti i građevine su stoga podložni, kao i sve druge građevine, vlaženju i podlokavanju temelja, djelovanju sila uzgona što u konačnici može ugroziti njihovu stabilnost. Plavljenje niskih obala na kojima se nalaze građevine će dodatno ugrožavati kulturnu baštinu. Ta ugroza će se multiplicirati s očekivanim porastom razine mora i dotjecanja površinskih voda s kopna, te je stoga potrebno načiniti odgovarajuće mjere zaštite tih objekata, koji su znamen Solina i Hrvatske povijesti.

Učinci na zdravlje ljudi

Na zdravlje ljudi najviše će imati utjecaja ekstremne pojave, napose valovi vrućine tijekom kojih je uobičajeno bilježenje povišene smrtnosti i bolesti u nekom području. Osim toga, ekstremne oborine i olujni uspori u obalnom području mogu imati također negativan utjecaj na zdravlje ljudi (meteoropati), ali i zbog izlivanja kanalizacijskih voda na površine grada kao rezultat povišene razine mora i dotoka vode s kopa. Onečišćenje zraka i nekontrolirano širenje onečišćenja na prostoru grada i u vodama je stalna zdravstvena ugroza stanovništva. Ne treba zaboraviti i na utjecaj čovjeka i klime u slivnom području izvora Jadro i time na moguće pogoršano stanje kakvoće vode na izvoru i sigurnost opskrbe vodom cijele regije u kojoj živi više od 400.000 stanovnika, a ljeti boravi i više od 100.000 turista. Prijetnja je izrazito velika i ozbiljna.

Učinci na ribarstvo i akvakulturu

Promjene u temperaturi i salinitetu mora, koji će u području Kaštelanskog zaljeva biti izraženiji nego u otvorenom Jadranu, može imati i pozitivne i negativne učinke na marikulturu, koja doduše nije razvijena u samom zaljevu, no može se razvijati u budućnosti. Uzgajanje tune i orade će profitirati porastom temperature, dok bi potencijalni nasadi školjaka bili ugroženi porastom saliniteta.

Porast temperature imat će utjecaj i na riblje zajednice u području srednjeg Jadrana, koje su u području lovstva kaštelanskih ribara. Osim samog utjecaja čovjeka, u srednjem Jadranu će se odvijati i ekspanzija novih vrsta iz toplijih mora, od kojih će neke možda biti i komercijalno eksploatirane.

Smanjenje ljetnih protoka rijeke će ugrožavati uzgoj pastrve te će dodatno mijenjati salinitet voda na području ušća.

Nekontrolirano otjecanje i dotjecanje oborinskih voda iz sliva u rijeku koje će transportirati značajne količine onečišćenja će dodatno ugrožavati vode i akvakulturu.

Učinci na turizam

Učinci na turizam će biti dvojaki. Zbog porasta temperature zraka i mora, bit će moguće produžiti turističku sezonu i na predsezoni i na posezoni. Osim toga, toplije vrijeme će zasigurno biti privlačnije i turistima koji nisu ovisni o sezoni kupanja, već su privučeni podnebljem te aktivnim odmorom u smislu ne-morskih aktivnosti (planinarenje, vožnja biciklom po unutrašnjosti, obilazak povijesnih lokaliteta, obilazak rijeke Jadro itd.). Negativni učinci će biti koncentrirani u ljetno razdoblje, naročito u srpnju i kolovozu, kada će valovi vrućine biti višestruko intenzivniji i dugotrajniji nego u današnjoj klimi, a time i onečišćenja zraka, vode i obalnog mora. To će povećati troškove održavanja turističke infrastrukture i time troškove rada i smještaja te održavanja okoliša.

Učinci na poljoprivredu

Zbog porasta temperature zraka i valova vrućine, te smanjenja oborina u toplom dijelu godine u budućoj klimi, te time povećane evapotranspiracije (isparavanja) doći će do smanjenja vlažnosti tla, bit će ugrožene pojedine poljoprivredne kulture koje za svoj rast i razvoj trebaju više vode. Taj problem je moguće riješiti navodnjavanjem, što naravno uključuje razvoj sustava navodnjavanja i odgovarajuće kapacitiranje cjelokupne vodoopskrbne infrastrukture. Iako zbog ubrzane urbanizacije u području Solina područja pogodna za poljoprivredu neće biti značajna, negativan utjecaj će se osjetiti i u manjim urbanim poljoprivrednim cjelinama i okućnicama kuća na kojima se odvijaju poljoprivredne aktivnosti. Stanje u slivu izvora Jadro je drugačije. Poljoprivredne površine su značajne, a tržište je blizu što bi moglo podržavati intenzivnu poljoprivrednu djelatnost. Klima će ugrožavati pojedine kulture dok bi se druge mogle razvijati. Intenzivnija poljoprivredna aktivnost je velika prijetnja kakvoći vode izvora Jadro zbog korištenja pesticida i gnojiva, a stočarstvo zbog farmaceutika koji s vodama dopijevaju na izvor. Planirane klimatske promjene, a posebno kratkotrajni šokovi, bi mogli generirati udarna opterećenja voda i veće koncentracije štetnih tvari. O tome će trebati voditi računa i predvidjeti mjere za njihovo izbjegavanje.

Učinci na kopnene i morske ekosustave i biološku raznolikost

Ekosustavi – poput šuma, močvara i travnjaka - kritični su dio globalnog ciklusa vode. Sva slatka voda u konačnici ovisi o kontinuiranom zdravom funkcioniranju ekosustava, a prepoznavanje vodenog ciklusa kao biofizičkog procesa neophodno je za postizanje održivog upravljanja vodama. Ekosistemi ublažavaju posljedice poplava i suše. „Usluge ekosustava“ mogu doprinijeti pročišćavanju otpadnih voda kao alternativa ili nadopuna konvencionalnim sustavima za pročišćavanje vode posebno oborinskih urbanih voda i voda s prometnica. Proces pročišćavanja vode koji pružaju vodeni i kopneni ekosustavi osiguravaju vodu pogodnu za piće, industriju, rekreaciju i stanište divljih životinja. Također, resursi ugrađeni u otpadne vode, uključujući vodu, hranjive sastojke i organski ugljik, mogu se koristiti za jačanje ekosustava u odgovarajućim okolnostima, poboljšavajući usluge ekosustava s velikim prednostima za gospodarstvo i društvo u cjelini.

Zdravi ekosustavi čiste vodu, pročišćavaju zrak, održavaju tlo, reguliraju klimu, recikliraju hranjive sastojke i pružaju nam hranu. Oni osiguravaju sirovine i resurse za lijekove i druge svrhe. Biološka raznolikost poboljšava kvalitetu vode i pomaže ekosustavima da izdrže sve veće pritiske zagađenja. Zato je nužno očuvati *ekosustave i biološku raznolikost* na području sliva rijeke Jadro, a posebno u hidrološkom slivu izvora Jadro. Čovjek i klimatske promjene mijenjaju raspoloživost vode-hrane-energije za biocenu u ekosustavima područja rijeke Jadro, na kopnu, vodama i moru i time dovode do promjena stanja biološke raznolikosti. Na kopnu, predviđene klimatske promjene će uzrokovati promjene u sastavu i abundanciji biljnih i životinjskih vrsta, pri čemu će organizmi koji su otporniji na visoke temperature i dugotrajna sušna razdoblja prevladavati u odnosu na one koji su osjetljivi na promjenu okolišnih parametara. Buduća klima zasigurno donosi i porast broja požara, koji će značajno utjecati na ukupnu degradaciju kopnenih ekosustava, kao i na kulture koje se uzgajaju i planiraju uzgajati u području sliva.

To će mijenjati značajke tla i vode, odnosno bilancu voda, raspoloživost hrane i u konačnosti energije što će neminovno mijenjati biološku raznolikost kopnenih ekosustava. Promjene na kopnu će potom utjecati na ekosustave kopnenih voda i more jer su isti međusobno povezani. U kopnenim vodama će režim voda biti drugačiji, ljeti siromašniji s većim koncentracijama tvari i sedimenta a zimi nestabilniji i intenzivniji. Manje vode i veće temperature će utjecati na biokemijske i fizikalne procese u vodama. To će mijenjati morfologiju vodnih tijela, fizikalno-kemijsko stanje voda, ekološko stanje voda, i time biološku raznolikost, ali i iskoristivost voda za potrebe čovjeka. Olujna nevremena s intenzivnim kišama će ugrožavati sliv, i sve što se nalazi u slivu i uz vode, ljude i njihovu imovinu te funkcije urbane sredine. Život bi mogao biti nesigurniji, a ljudi pod sve većim stresom. Očuvanje biološke raznolikosti u području hidrološkog sliva ima veliku važnost u očuvanju kakvoće voda izvora Jadro kao i rijeke Jadro. Biocenoza je pouzdani pročištač površinskih voda koje se infiltriraju u podzemne vode i vodonosnik ili otječu površinski. Znanstvenici već odavno znaju da ekosustavi s više biološke raznolikosti bolje smanjuju onečišćujuće tvari poput dušika i teških metala.

U moru i na ušću, porast temperature i saliniteta će utjecati na bioraznolikost, naročito u obalnom području. Dogodit će se ekspanzija toploljubnih vrsta prema obalnim područjima, a ukupna abundancija morskih biljnih i životinjskih vrsta će se vjerojatno smanjiti, kao posljedica promjena u primarnoj proizvodnji, kiselosti mora, količini otopljenog kisika i količine hranjivih soli.

Učinci na vodu za kupanje

Klimatske promjene će utjecati i na vodu za kupanje. Najnovije godišnje izvješće, 'Gospodarenje vodama za kupanje u Europi: uspjesi i izazovi', skreće pozornost na potencijalne utjecaje klimatskih promjena. Češće i jače oluje, razdoblja pojačanog protoka u rijekama, nestašica vode i porast razine mora imaju potencijalne posljedice na vode za kupanje. Europska agencija za okoliš (EEA) koristila je najnovije izvješće kao priliku za razmišljanje o doprinosu EU Direktive o vodi za kupanje. Izvješće ističe

pet glavnih skupina pitanja koja utječu na kvalitetu vode za kupanje: mikrobiološko zagađenje, ekstremni događaji, eutrofikacija, cvjetanje cijanobakterija i izazovi oko sve većeg interesa za plivanje na prirodnim/divljim vodama. Zaključeno je: „U budućnosti će klimatske promjene utjecati na kupanje i upravljanje vodama za kupanje“, navodi se u izvješću, dodajući: „Veća potražnja za kupanjem pritisnut će nacionalne vlasti da prošire svoje mrežu vode za kupanje (kapacitete), identificiraju i prate stanje vode za kupanje na novim lokacijama te osiguraju potrebnu infrastrukturu za takove aktivnosti, a sve u skladu s Direktivom o vodi za kupanje.“ Sve navedeno može se slobodno primijeniti i na područje Solina.

40. *Elementi participativnog procesa za pilot područje rijeke Jadro*

U ovom poglavlju dan je sažeti opis provedenog participativnog procesa za pilot područje, a koji je detaljno opisan u proizvodu za isporuku „Finalno izvješće procesa odlučivanja”, D 5.3.1.

Participativni proces je podijeljen u tri etape. Svrha participativnog procesa u prvoj etapi rada je vezana uz razmjenu mišljenja o sadašnjem stanju, problemima i uzrocima tog stanja te trendovima promjena. Nastojao se utvrditi zajednički stav oko uzroka nastalih problema, posebno utjecaja klimatskih promjena na procese u slivu, te potom dati prioritete u rješavanja problema. U drugoj etapi radilo se na utvrđivanju zajedničke vizije, osnovne strategije i prihvatljivih opcija za jačanje otpornosti i ublažavanje posljedica klimatskih promjena na pilot području. U trećoj etapi razmatrao se Akcijski plan i mjere te daljnje aktivnosti za implementaciju predloženih mjera.

41. Uključeni dionici

U postupku identifikacije dionika identificirano je 45 dionika od značaja za ovo pilot područje ili za teme koje će se obrađivati. Nadalje, identificirani dionici su grupirani prema vrsti i sudjelovanju u projektu, području intervencije, domeni stručnosti te su opisani svojom institucionalnom ulogom.

Dionici su predstavljali administrativne jedinice na regionalnoj (Splitsko-dalmatinska županija) i lokalnoj razini (Klis, Solin, Kaštela, Split), tvrtke koje upravljaju prirodnim resursima (Hrvatske vode i Hrvatske šume), tvrtke koje upravljaju infrastrukturnim sustavima (Hrvatska elektroprivreda, Hrvatske ceste), komunalne tvrtke (Vodovod i kanalizacija, Čistoća), ustanove i udruge za očuvanje prirode (Javna ustanova za zaštitu prirode More i Krš, ekološke udruge), predstavnici istraživačke zajednice (Institut za oceanografiju i ribarstvo, Sveučilište u Splitu), tvrtke koje posluju na ovom području te udruge građana.

Na svaku od radionica se odazvalo oko 20 dionika.

42. Dizajn i provedba participativnog procesa

Za potrebe provedbe participativnog procesa osnovana je radna skupina za upravljanje participativnim procesom. Jedan član je bio predstavnik RERA SD, jedan predstavnik Fakulteta građevinarstva, arhitekture i geodezije Sveučilišta u Splitu (FGAG) – izrađivača Plana adaptacije pilot područja, a jedan je bio vanjski stručnjak za olakšavanje participativnog procesa i medija te odnosa s javnošću.

Radna skupina je napravila plan za participativni proces, uključujući teme radionica, strukturu i vrijeme, korištene tehnike i dizajn upitnika. Također, radna skupina je organizirala radionice i pripremila sva izvješća.

Korištene su dvije participativne tehnike:

- Kodizajn

Stručni tim FGAG-a pripremio je nacрте dokumenata koji su prezentirani sudionicima tijekom radionica. Sudionici su aktivno evaluirali i komentirali nacрте dokumenata tijekom radionica i nakon njih putem upitnika. Sve je to zabilježeno i sažeto u izvješća s radionica.

- Upitnici

Sudionici su koristili upitnike za pružanje dodatnih informacija nakon radionica (u slučaju da su im bili potrebni dodatni dokumenti ili konzultacije, koje nisu bile dostupne tijekom radionica).

Participativne radionice obuhvatile su sljedeće tri teme:

- Utjecaji klimatskih promjena;
- Scenariji i mjere prilagodbe i
- Mogućnosti planiranja.

Zbog zdravstvene krize Covid-19 i nametnutih mjera koje ograničavaju organizaciju radionica, radna skupina odlučila je organizirati dvije radionice uživo koje su obuhvatile sve tri teme. Cilj je bio osigurati aktivno sudjelovanje polaznika i raspravu uživo. Provedene su sljedeće dvije radionice.

Prva radionica

- Obradene teme: Utjecaj klimatskih promjena na rijeku Jadro i Kaštelanski zaljev uključujući prvi prijedlog scenarija i mjera prilagodbe
- Datum: 23. lipnja 2021. 9:00 – 11:30
- Lokacija: Kaštel Lukšić
- Sudjelovanje: 22 sudionika (koji predstavljaju 8 dionika)

Druga radionica

- Obuhvaćene teme: Scenariji i mjere prilagodbe uključujući prijedlog opcija planiranja
- Datum: 15. listopada 2021. 11:00 – 13:30
- Lokacija: Solin
- Sudjelovanje: 24 sudionika (koji predstavljaju 7 dionika)



Slika 85. Fotografija s prve radionice



Slika 86. Fotografija s druge radionice

43. Ishodi participativnog procesa

Proučavanjem i sažimanjem zapisa s rasprava na radionicama i ispunjenih upitnika, glavni ishodi participativnog procesa su identificirani i opisani kako slijedi. Sudionici su prepoznali sljedeća pitanja kao prijetnje/probleme te su također predložili nekoliko mjera.

Prijetnje:

- pritisak urbanizacije u svim područjima riječnog sliva, ali i u poljoprivredi (asfaltiranje poljskih puteva, površina i dr.);
- potencijalni problemi onečišćenja vode uslijed utjecaja autoceste;
- tijekom ljeta količina vode u rijeci Jadro je ispod zadanog biološkog minimuma;
- nekontrolirano "korištenje" rijeke (odlaganje otpada, ribolov);
- kiša i urbanizam kao glavni pokretači pogoršanja kvalitete vode;
- pritoke/bujice sve više služe kao oborinska odvodnja iz urbanih sredina (zagađene vode), ali i mjesto za odlaganje smeća.

Mjere:

- potreba za jednom institucijom koja će brinuti o rijeci Jadro i njenom slivu (cilj: objediniti napore Solina, Klisa i nadležnih tvrtki i institucija, postići cjelovit pristup gospodarenju rijekom);
- urbanizacija - potreba za kontrolom: izgrađeno na terenu naspram građevinske dozvole;
- Jadro kao glavni izvor pitke vode za cijelu aglomeraciju: potreba za istraživanjem alternativnog izvora;
- izgradnja sanitarne i oborinske odvodnje s obradom i pročišćavanjem vode za sva naselja u slivu;
- razvoj novih građevinskih specifikacija i nacionalnih zakona za sustave temeljene na konceptu „zelene infrastrukture“ (kako bi se omogućio razvoj zelene infrastrukture, kao npr. za parkirališne površine, odvod oborinskih voda s prometnica);
- izrada planova zelene infrastrukture i njihova ugradnja u prostorne planove.

Tijekom rasprave na radionicama pokazalo se da je ovo rijetka prilika da svi dionici izraze svoje stavove i probleme. Osobito u slučaju upravljanja slivom Jadrta gdje je potreban cjelovit pristup, a sliv je podijeljen između više administrativnih jedinica i nekoliko sektora. To komplicira upravljanje i u strateškim i u dnevnim operativnim aktivnostima. Ilustracije radi jedna obala rijeke je u jednoj općini, a druga u drugoj općini. **Stoga su mjere "Jačanje upravljačkih kapaciteta pojedinih sektora/dionika" te "Jačanje komunikacije između sektora/dionika" spontano proizašle kao preduvjet za realizaciju svih ostalih mjera.**

44. Plan prilagodbe na klimatske promjene za područje rijeke Jadro

45. Pravni okvir (H.Bartulović)

Rijeka Jadro se nalazi unutar administrativnih granica Splitsko-dalmatinske županije, a svojim gravitacijskim područjem i pritocima nalazi se u dvije lokalne samouprave: samo izvorište i desna obala gornjeg toka nalaze se u administrativnim granicama općine Klis, dok se preostali dio toka rijeke uključivo s ušćem nalazi unutar administrativnih granica grada Solina. S obzirom na to da se obuhvat proteže kroz više administrativnih jedinica lokalne samouprave, a ujedno se radi o ekološkom rezervatu pravni okvir predstavlja niz zakona kojima se reguliraju pojedini segmenti zaštite i kontrole, te uređuju načini izvedbe pojedinog zahvata u prostoru. Tako u skladu s odredbama **Zakona o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19)**, gornji tok rijeke Jadro ima status posebnog ihtiološkog rezervata, a stablo močvarnog čempresa (*Taxodium distichum*) u Solinu status spomenika parkovne arhitekture. Na području Grada Solina i općine Klis se nalaze i tri područja ekološke mreže od čega su dva područja očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove (POVS) te jedno područje očuvanja značajno za ptice (POP). Ekološka mreža predstavlja sustav ekološki značajnih područja i ekoloških koridora koja su ujedno i dio europske **ekološke mreže Natura 2000**.

Akvatorij ušća rijeke Jadro omeđen spojnicom rt kupališta Mramorno – naselje Čučine u Vranjicu je **Zakonom o morskom ribarstvu (NN 158/03, 100/04, 141/06, 38/09, 123/11, 56/16, 98/19)** proglašeno posebnim staništem riba i drugih morskih organizama u kojima je zabranjeno obavljanje svakog ribolova i lova drugih morskih organizama, kao i sakupljanje morskih organizama.

Dodatno, zakonodavni okvir na području vodnog gospodarstva definiran je **Zakonom o vodama (NN 66/19, 84/21)** te u skladu sa zakonskim odredbama i odgovarajućim podatkom, Pravilnikom o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta (NN 66/11 i 47/13), propisane su zone sanitarne zaštite zahvata vode za piće kojom se opskrbljuje cijela regija.

S obzirom na to da područje uz rijeku Jadro ima bogatu povijest urbanog razvoja, cijeli obuhvat od iznimnog je i kulturno-povijesnog značaja te ima niz zaštićenih arheoloških lokaliteta i pojedinačnih kulturnih dobra, statusno definirano u skladu sa **Zakonom o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (NN 69/99, 151/03, 157/03, 87/09, 88/10, 61/11, 25/12, 136/12, 157/13, 152/14, 98/15, 44/17, 90/18, 32/20, 61/20, 117/21)**.

Navedene statute i razine zaštita stoga je potrebno uvijek poštivati, a sve planirane zahvate u prostoru provoditi u skladu sa **Zakonom o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78 /15, 12/18, 118/18)**, u daljem

tekstu **ZOZO**, i **Zakonom o prostornom uređenju (NN 153/13, 65 /17, 114/18, 39/19, 98/19)**, u daljnjem tekstu **ZOPU-u** jer se **ZOZO-om** uređuju: načela zaštite okoliša i održivog razvitka, zaštita sastavnica okoliša i zaštita okoliša od utjecaja opterećenja, subjekti zaštite okoliša, dokumenti održivog razvitka i zaštite okoliša, instrumenti zaštite okoliša, praćenje stanja u okolišu, informacijski sustav, osiguranje pristupa informacijama o okolišu, sudjelovanje javnosti u pitanjima okoliša, osiguranje prava na pristup pravosuđu, odgovornost za štetu, financiranje i instrumenti opće politike zaštite okoliša, upravni i inspekcijski nadzor, a **ZOPU-om** osiguravaju uvjeti za korištenje (gospodarenje), zaštitu i upravljanje prostorom Republike Hrvatske te zaštićenim ekološko-ribolovnim pojasom Republike Hrvatske i epikontinentalnim pojasom Republike Hrvatske kao osobito vrijednim i ograničenim nacionalnim dobrom, te se time ostvaruju pretpostavke za društveni i gospodarski razvoj, zaštitu okoliša i prirode, vrsnoću gradnje i racionalno korištenje prirodnih i kulturnih dobara.

Navedeno se ostvaruje putem instrumenta zaštite okoliša propisanim ZOZO-om, a jedan od ukupno sedam propisanih instrumenata su upravo prostorni planovi. Stoga možemo ustvrditi da prostorni planovi predstavljaju dokumente koji objedinjuju sve propisane razine zaštite te definira načine provedbe jer prema pojmovniku ZOPU-a prostorno planiranje kao interdisciplinarna djelatnost predstavlja institucionalni i tehnički oblik za upravljanje prostornom dimenzijom održivosti, kojom se na temelju procjene razvojnih mogućnosti u okviru **zadržavanja osobnosti prostora, zahtjeva zaštite prostora, te očuvanja kakvoće okoliša i prirode**, određuje namjena prostora/površina, uvjeti za razvoj djelatnosti i infrastrukture te njihov razmještaj u prostoru, uvjeti za urbanu preobrazbu i urbanu sanaciju izgrađenih područja te uvjeti za ostvarivanje planiranih zahvata u prostoru.

Prema odredbama ZOPU-a prostorni planovi se donose na državnoj, područnoj (regionalnoj/županijskoj) i lokalnoj razini (općine, gradovi). Prema odredbama čl. 61. i čl. 62. ZOPU-a Prostorni plan niže razine mora biti usklađen s prostornim planom više razine. Prostornim planom lokalne razine užega područja mogu se propisati stroži kvantitativni i kvalitativni uvjeti i mjere za provedbu zahvata u prostoru, odnosno viši prostorni standardi od onih propisanih prostornim planom lokalne razine širega područja.

Cijelo područje rijeke Jadro pokriveno je odredbama **Prostornog plana splitsko-dalmatinske županije („Službeni glasnik SDŽ“, broj 1/03, 8/04, 5/05, 5/06, 13/07, 9/13, 147/15)**, samo izvorište i desna obala gornjeg toka su pokrivena **Prostornim planom uređenja općine Klis („Službeni glasnik Općine Klis“, broj 4/00, 2/09, 5/17, 8/17)**, dok je preostali tok rijeke uključivo s ušćem pod ingerencijom **Prostornog plana općine Solin (Sl. vjesnik, br. 4/06, 4/08, 6/10, 12/11, 5/14, 6/15 i 5/17)** i **Generalnog urbanističkog plana Grada Solina (Sl. vjesnik br. 5/06, 4/08, 5/14 i 7/15)** i niza Urbanističkih planova uređenja i Detaljnih planova uređenja Grada Solina. Iz navedenog zakonskog okvira jasno je da su svi planovi užeg područja usklađeni s prostornim planovima šireg područja, u ovom slučaju PPU-om i GUP-om Grada Solina i PPU-om općine Klis. Stoga, svi važeći planovi nižeg reda (UPU i DPU) u sebi sadrže mjere provođenja zahvata u prostoru u skladu s planovima višeg reda. Detaljna analiza stanja ove dokumentacije nije potrebna jer su zakonski dužni biti usklađeni.

Potrebno je dodati da su zakoni Republike Hrvatske, kao članice EU-a, u kontinuiranom usklađivanju s EU Direktivama, Odlukama i Uredbama, te da svaki zakon ima niz podataka kao što su uredbe i pravilnici koji dodatno i detaljnije obrađuju i definiraju uvjete i odredbe za pojedinu vrstu zahvata.

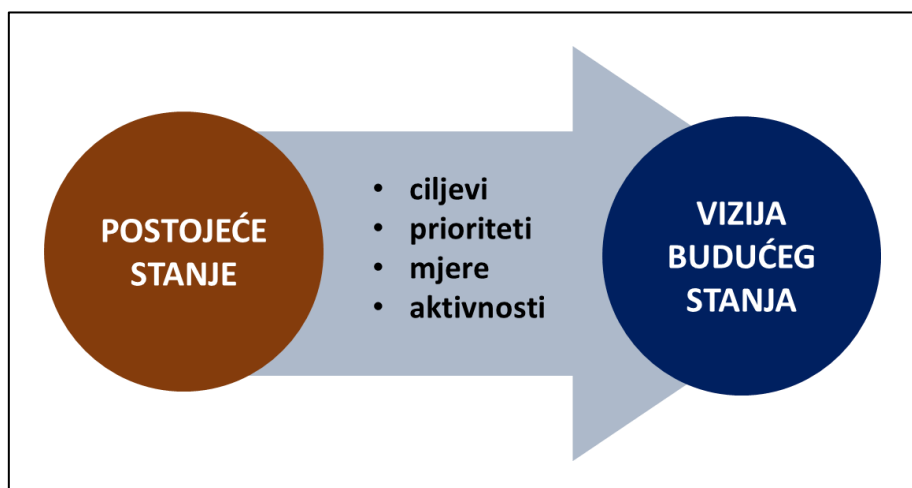
Ovaj Plan direktno doprinosi provedbi **Zakona o klimatskim promjenama i zaštiti ozonskog sloja (NN 127/19)** kojim se određuju nadležnost i odgovornost za ublažavanje klimatskih promjena, prilagodbu klimatskim promjenama i zaštitu ozonskog sloja, dokumenti o klimatskim promjenama i zaštiti ozonskog sloja, praćenje i izvješćivanje o emisijama stakleničkih plinova, sustav trgovanja emisijama stakleničkih plinova, zrakoplovna djelatnost, sektori izvan sustava trgovanja emisijama stakleničkih plinova, Registar Unije, tvari koje oštećuju ozonski sloj i fluorirani staklenički plinovi, financiranje ublažavanja klimatskih promjena, prilagodbe klimatskim promjenama i zaštite ozonskog sloja, informacijski sustav za klimatske promjene i zaštitu ozonskog sloja, upravni i inspeksijski nadzor.

46. Utvrđivanje vizije, ciljeva i zadataka (M.Baučić, A.Grgić, H, Bartulović)

Kako se područje sliva Jadra sve više urbanizira, društvena, ekonomska i ekološka vitalnost rastućih naselja u potpunosti ovisi o planiranju i upravljanju vodama. Bez adekvatnih vodnih resursa i vodne infrastrukture urbani razvoj i preuređenje može biti ugroženo. Nasuprot tome, korištenje zemljišta utječe na korištenje i potrebu za vodom.

Vodni resursi su od velikog značaja za zaštitu javnog zdravlja i okoliša te su podrška razvoju zajednice i gospodarstvu. Sada više nego ikada vodni resursi se suočavaju s prijetnjama uzrokovanim klimatskim promjenama, rastom stanovništva u urbanim sredinama, starenjem infrastrukture, smanjenjem prihoda i raznim drugim lokalnim izazovima. Kako bi se prevladali ovi izazovi, sve se više koristi koncept integralnog upravljanja vodama, a sve kako bi se ostvario cjelovitiji pristup upravljanju vodnim resursima u svijetlu jačanja održivosti biološke raznolikosti i življenja u klimatski nesigurnoj i varijabilnoj budućnosti. Takav koncept je primijenjen u ovom projektu.

Ovaj Plan predstavlja strateški dokument koji temeljem sagledavanja postojećeg stanja i definirane vizije – željenog budućeg stanja sliva rijeke Jadro, definira korake potrebne da se dosegne vizija (slika 87). Nakon što se zajedno s dionicima definirala vizija, kao sljedeći korak definirani su ciljevi i prioritete te su dane strategije. Finalno, dane su mjere i konkretne aktivnosti.



Slika 87. Ostvarenje vizije

Cilj se definira kao željeni rezultat. **Mjera** se definira kao dostižno postignuće koje pomaže u ostvarenju cilja. Mjere se grupiraju u **Prioritete**. **Strategija** se definira kao radnja koju treba poduzeti da bi se ostvario zadatak ili više njih, kao i sveukupnog(ih) cilja(va). Plan je živi dokument koji će se po potrebi

dalje ažurirati. Kako se ciljevi ostvare ili ciljevi Plana budu zajednički raspravljani i modificirani, Plan će se u skladu s tim revidirati.

47. Vizija

Plan je fokusiran na aktivnosti i mjere u području rijeke Jadro s naglaskom na jačanje održivosti okoliša, vodna bogatstva i suradnju u ostvarenju održivog razvoja i sigurnosti prirodnog okoliša. Stoga je okosnica vizije ovog prostora sljedeća:

„Integrirani, zdrav i uravnoteženi razvoj sliva rijeke Jadro.“

Stoga se za misiju može navesti sljedeće:

„Poboljšati kvalitetu vode, povećati opskrbu vodom i pouzdanost, unaprijediti upravljanje poplavama, zaštititi staništa, zaštititi prirodne resurse i surađivati s dionicima na ostvarenju zdravog riječnog bazena i življenja sada i za buduće generacije.“

Zadaci i fokus područja Plana su sljedeći: Upravljanje opskrbom vodom; Poboljšanje kakvoće voda; Ekosustavi i obnavljanje prirodnih staništa; Upravljanje rizicima od poplava; Upravljanje otvorenim prostorom i njegovim korištenjem, te poboljšanje uvjeta za rekreaciju; Obrazovanje dionika i javnosti; Energetska učinkovitost; Sekvestracija ugljika i klimatske promjene.

Širi koncept vizije koji obuhvaća i fizičke kapitalne područja rijeke Jadro se može interpretirati kao:

***Očuvanje i poboljšanje kvalitete življenja na području rijeke Jadro,
kroz očuvanje i unaprjeđenje stanja voda i prirodnog okoliša,
jačanje otpornosti izgrađenih područja na klimatske promjene
te implementaciju pametnog upravljanja slivom rijeke Jadro i urbanim područjem.***

Vizija za sliv Jadra podrazumijeva identificirati pitanja od najvećeg prioriteta vezana za vodne resurse u slivu rijeke Jadro i artikulirati dogovoreni skup ciljeva i strategija za postizanje cjelovitog, zdravog i uravnoteženog riječnog sliva koji osigurava sigurnost prirodnog okoliša i visoki standard življenja i održivo življenje. Plan će poslužiti za usmjeravanje zajedničkih napora i resursa dionika na aktivnosti od najvećeg prioriteta. Artikulacija jasnih ciljeva i zadataka dovest će do popisa potencijalno poželjnih projekata koji su usklađeni s ciljevima i zadacima prikazanim u Planu. Tako je vjerojatnije da će budući projekti imati potporu dionika, a izbjeći će se neučinkovitost zbog osipanja resursa zajednice, zbrke oko namjene ili čak sporova i protivljenja projektima.

48. *Ciljevi, prioriteti i mjere*

Metodologija utvrđivanja ciljeva i mjera

Ciljevi i mjere su bili tema druge radionice. Dionici su razmotrili ciljeve i mjere temeljem dosadašnjih rezultata projekta i temeljem drugih postojećih projekata i studija. Tome je prethodila prva radionica na kojoj su dionici prethodno bili informirani o stanju riječnog i urbanog sustava, procesima i trendovima promjena u sustavu, te klimatskim promjenama i prijetnjama. Temeljni postojeći dokument koji obrađuje zadatak i područje projekta je Plan upravljanja vodama vodnog područja Jadranskog mora, 2016. – 2021. Uz ovaj temeljni dokument postoje planovi održivog razvoja županije, gradova Solina i Klisa, te Splita. Sve te informacije stavljene su u komparativnu analizu s rezultatima samog projekta koji su se bazirali na najnovijim podacima o stanju i procesima u sustavu i detaljnijim projekcijama klimatskih promjena koje su obrađene u projektu, te utjecaja istih na sustav i procese u sustavu. Utvrđeni ciljevi i zadaci su naknadno još jednom razmotreni od strane projektnog tima te su prilagođeni ciljevima Projekta.

Ključna pitanja upravljanja vodama u jadranskom vodnom području su integrirana sa specifičnim pitanjima o slivu rijeke Jadro. Tako su i predložene mjere koje su relevantne za projektno područje integrirane s mjerama koje proizlaze iz specifičnosti i proširenog obuhvata predmetnog projekta. To se odnosi i na sve aspekte upravljanja vodama kao i na upravljanje rizicima od poplava uzrokovanih promjenama u slivu i klimatskim promjenama. Ovim je uspostavljena jasna i direktna povezanost šireg i našeg užeg plana, to jest ciljeva i mjera.

Prioriteti državnog plana upravljanja vodama za razdoblje 2016. – 2021. su: 1) **Zaštita voda**, to jest postizanje dobrog stanja voda kombinacijom ekološkog i kemijskog stanja za površinske vode te količinskog i kemijskog stanja za podzemne vode, te dodatnih standarda za zaštićene vode primjenom širokog spektra mjera (regulatornih, administrativnih, prostorno-planskih, ekonomskih, tehničkih i drugih); 2) **Ostvarenje ekoloških ciljeva** kroz usuglašavanje s potrebama namjenskog korištenja voda u okviru održivog razvoja; 3) **Planiranje upravljanja rizicima** od poplava primjenom šireg spektra različitih mjera, 4) **Uključivanje javnosti** i zainteresiranih dionika; 5) **Suradnja** u upravljanju vodama na međunarodnim/susjednim vodnim područjima.

Utvrđeni prioriteti i mjere iz Plana upravljanja vodama Jadranskog vodnog područja su hijerarhijski integrirani s lokalnim prioritetima i mjerama tako da se ostvaruje nužna harmonizacija prioriteta i mjera iz oba plana.

Integralno upravljanje vodama podrazumijeva i upravljanjem prostorom i aktivnostima u prostoru, urbanizam i društveno-ekonomski razvoj, a danas i upravljanje klimatskim promjenama. To su teme usko povezane s problematikom voda pa se moraju zajednički rješavati kako bi se postigao željeni učinak, a to je sigurnost egzistencije okoliša u slivu rijeke Jadro. Bez sigurnosti egzistencije okoliša nema ni sigurnosti egzistencije i življenja na ovim prostorima.

Ciljevi

Željeni rezultati ovog Plana se sumiraju kroz sljedeća tri cilja:

Cilj 1. Očuvani prirodni okoliš i čiste vode u slivu;

Cilj 2. Izgrađena područja otporna na klimatske promjene;

Cilj 3. Integralno upravljanje slivom i urbanim područjem.

Ciljevi su dalje razrađeni na podciljeve i njihove rezultate.

Podcilj 1.1. Osigurati adekvatnu i pouzdanu opskrbu vodom

Rezultat: Ostvariti potrebne (planirane) opskrbe količine kroz povećanje lokalnih opskrbnih količina i recikliranja voda, maksimiziranjem štednje vode i primjenom strategija efikasnog korištenja voda, jačanjem očuvanja podzemnih voda, optimalnim upravljanjem opskrbnim sustavom u skladu s budućim stanjem određenim klimatskim promjenama i društveno-ekonomskim razvojem.

Rezultat: Zaštićena i unaprijeđena sigurnost opskrbe vodom u klimatski nesigurnoj budućnosti.

Podcilj 1.2. Zaštititi i poboljšati kvalitetu vode

Rezultat: Sigurnost kvalitetne opskrbe vodom i zdravlja stanovništva u svim naseljima u slivu rijeke Jadro kroz poboljšanje stanja i jačanje održivosti kakvoće vode.

Rezultat: Zaštićena i poboljšana kakvoća vode u cijelom slivu.

Podcilj 1.3. Obnoviti ekosustave i poboljšati prirodna staništa

Rezultat: Zaštićeno, obnovljeno i poboljšano upravljanje vodenim, obalnim i slivnim prirodnim resursima unutar slivnog područja u skladu s novim klimatskim značajkama.

Rezultat: Uravnoteženi ciljevi zajednice koji i u slučaju suprotstavljenih interesa teže ka zajedničkom očuvanju okolišnih resursa uz promicanje zdravog, za okoliš neškodljivog gospodarstva, rekreacijskih i drugih usluga ekosustava u slivnom području i vodama.

Rezultat: Ojačani ekonomski i razvojni potencijali biološkog okoliša.

Podcilj 2.1. Integrirati i unaprijediti upravljanje poplavama „riječni sliv-urbano područje“

Rezultat: Smanjen rizik od poplava javnog i privatnog vlasništva, poboljšana javna sigurnost i poboljšana otpornost poplavnih područja i voda od onečišćenja uzrokovanog poplavama.

Podcilj 2.2. Poboljšati kvalitetu života u slivu rijeke Jadro

Rezultat: Osigurana je pravična raspodjela beneficija svim stanovnicima i korisnicima u slivu rijeke Jadro i rubnim područjima.

Rezultat: Povećana površina kao i pristup otvorenom prostoru i poboljšane rekreacijske mogućnosti koje koriste lokalne zajednice.

Rezultat: Smanjenje i bolje upravljanje onečišćenjem zraka i bukom u gradu, poboljšani i sigurniji pristup komunalnoj infrastrukturi i uslugama (kruti i tekući otpad, vodoopskrba, javni prijevoz, odvodnja oborinskih voda, itd.), sigurnije i zdravije življenje smanjenjem utjecaja toplinskih valova, boljom kvalitetom prirodnog okoliša i zraka, te smanjenjem suša, rizika od požara i poplava.

Rezultat: Održivi grad / urbano područje, kroz uravnoteženi odnos zaštite okoliša i ekonomskog rasta prvenstveno kroz smanjenje onečišćenja (*zaštita okoliša*), jačanje održivosti kroz očuvanje resursa (*očuvanje resursa*), zajednički razvoj i sigurnost ljudi i prirode (*upravljanje resursima*), te usporeni rast radi ostvarenja zajedničke egzistencije svih vrsta (*smanjenje urbanizacije*).

Podcilj 2.3. Prilagoditi se klimatskim promjenama i jačati otpornost na promjene

Rezultat: Povećana energetska učinkovitost, povećana biomasa po hektaru u korist sekvenciranja ugljika i prilagodbene mjere za rješavanje posljedica klimatskih promjena.

Rezultat: Koordinirano, integrirano i uravnoteženo upravljanje rizikom od poplava, kvalitetom vode, vodoopskrbom i staništima, radi ublažavanja i jačanja otpornosti na klimatske šokove i hazarde, kao što su oluje većeg intenziteta koje se javljaju u rjeđim intervalima.

Rezultat: Otporan na lokalne klimatske promjene i opasnosti, prilagođen urbani sustav i prateća lokalna i regionalna infrastruktura i urbani servisi koji promiču održivi razvoj, dobrobit i uključiv rast.

Rezultat: Smanjenje ispuštanja stakleničkih plinova i jačanje kapaciteta sekvencioniranja ugljika u cilju ostvarenja ugljični neutralnog grada.

Podcilj 3.1. Integralno upravljati slivom i urbanim područjem

Rezultat: Aktivna suradnja i angažman dionika i civilnog društva, unaprjeđenje upravljačkih kapaciteta (opće mjere, poboljšanje upravljačkih aktivnosti, nove institucije i sustavi), priručnici i drugi obrazovni materijali, resursi i trening za jačanje održivosti u klimatski nesigurnoj budućnosti.

Podcilj 3.2. Implementirati inovativna, dugoročno održiva rješenja u slivu

Rezultat: Zakonodavni okvir, tehničke specifikacije i planski dokumenti nalažu/potiču primjenu održivih rješenja.

Rezultat: Kompetentni stručnjaci za implementaciju urbanih rješenja osjetljivih na vodu i drugih održivih rješenja, studijski programi i programi cjeloživotnog učenja uključuju razvoj kompetencija iz održivih rješenja.

Zadaci i prioriteti

Zadaci koji proizlaze iz usvojene vizije i ciljeva su:

Zadatak 1 (O-1): Zadovoljiti potrebe za vodom u narednom planskom periodu do 2040;

Zadatak 2 (Z-1): Unaprijediti kakvoću vode u skladu s potrebama Plana korištenja voda;

Zadatak 3 (Z-2): Održavati dobru kakvoću podzemnih voda izvora Jadro da se zaštiti opskrba vodom za piće i nizvodni ekosustavi i time osigura potrebna sigurnost opskrbe pitkom vodom i biološka raznolikost voda;

Zadatak 4 (S-1): Obnoviti, ojačati i proširiti kopnene i vodne ekosustave;

Zadatak 5 (S-2): Obnoviti, ojačati i proširiti staništa za zaštićene i ugrožene vrste;

Zadatak 6 (U-1): Smanjiti rizik od poplava za javnu i privatnu imovinu, te unaprijediti opću sigurnost življenja u odnosu na vode;

Zadatak 7 (U-2): Poboljšati i urediti/preurediti poplavna područja radi jačanja staništa i omogućavanja mogućeg korištenja u edukativne i rekreacijske svrhe;

Zadatak 8 (Ž-1): Očuvati i povećati otvorene javne i zelene površine, parkove i rekreacijske kapacitete na cijelom prostoru;

Zadatak 9 (Ž-2): Organizirati i jačati edukaciju javnosti;

Zadatak 10 (K-1): Povećati energetske učinkovitost;

Zadatak 11 (K-2): Povećati količinu biomase po jedinici površine sliva u cilju sekvencioniranja dušika;

Zadatak 12 (K-3): Implementirati mjere zaštite i jačanja otpornosti na klimatske promjene;

Zadatak 13: Smanjiti negativni utjecaj urbanizacije na okoliš;

Zadatak 14: Smanjiti urbane toplinske otoke;

Zadatak 15: Smanjiti rizike od požara u prirodnom okolišu;

Zadatak 16: U izradu planova i programa uključiti sve dionike i razviti integralno upravljanje slivom: riječni sliv-urbano područje;

Zadatak 17: Jačati kompetencije lokalnih stručnjaka u primjeni održivih rješenja;

Zadatak 18: Inicirati promjenu zakonodavnog okvira i tehničkih specifikacija za potrebe implementacije inovativnih rješenja.

Ovaj Plan predlaže mjere koje će ispunjavati prethodno navedene zadatke i tako prostor sliva dovesti u željeno buduće stanje izraženo u viziji. Kao prvi korak, definirani su prioriteti – grupe mjera po svakom ključnom cilju, a kako je prikazano na slici 88. Detaljna razrada mjera do razine aktivnosti dana je u poglavlju 55 Akcijski plan.

Numeracija prioriteta ne slici 88 i dalje u ovom Planu ne iskazuje prioritete u provođenju mjera već samo njihovo grupiranje. Kako ovaj Plan upravlja slivom rijeke, tako su prioriteti mjera utvrđeni prema hijerarhiji utjecaja pojedinih područja sliva – obuhvata mjera i to:

Prioritet 1. Područje hidrološkog sliva;

Prioritet 2. Područje topografskog sliva s glavnim pritokama/bujicama;

Prioritet 3. Područje užeg obalnog područja toka rijeke Jadro i obalno more;

a što je elaborirano u poglavlju ispod i prikazano na slici 89.

VIZIJA

Očuvanje i poboljšanje kvalitete življenja na području rijeke Jadro, kroz očuvanje i unaprijeđenje stanja voda i prirodnog okoliša, jačanje otpornosti izgrađenih područja na klimatske promjene te implementaciju pametnog upravljanja slivom rijeke Jadro i urbanim područjem.

CILJ 1

Očuvani prirodni okoliš i čiste vode

CILJ 2

Izgrađena područja otporna na klimatske promjene

CILJ 3

Integralno upravljanje slivom i urbanim područjem

Prioritet 1.1

Obnavljanje i čuvanje prirodnog okoliša u slivu

Prioritet 2.1

Implementacija održivih urbanih rješenja

Prioritet 3.1

Razvoj upravljačke strukture za integralno upravljanje

Prioritet 1.2

Osiguranje vode, poboljšanje kvalitete i načina korištenja vode

Prioritet 2.2

Obnavljanje i čuvanje prirodnih područja unutar urbanih zona

Prioritet 3.2

Unaprijeđenje stručnih znanja za implementaciju održivih rješenja

Prioritet 1.3

Zaštita voda sliva od onečišćenja

Prioritet 2.3

Zaštita naselja od poplava i toplinskih udara

Prioritet 3.3

Praćenje stanja u slivu i kontinuirano ažuriranje planova

88. Vizija, ciljevi i prioriteti

49. Obuhvati (J. Margeta)

Temeljem provedene analize hidrološkog sustava, stanja voda i trenda promjena na području rijeke Jadro, sadašnji i mogući budući problemi i prijetnje izazvane klimatskim promjenama mogu se grupirati prema području u kojem se javljaju pa se u tom smislu područje rijeke Jadro dijeli u tri glavne projektne cjeline.

1. Glavni tok rijeke Jadro Područje izvora, toka i ušća rijeke, obale rijeke i područje neposredno u blizini obale rijeke Jadro, odnosno inundacijsko područje rijeke (uređeno **inundacijsko područje** čini zemljište između korita voda i vanjskog ruba pripadajućih regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina). Rijeka Jadro je jedini stalni vodotok i raspoloživi resurs vode za sve namjene, prijemnik ukupnog onečišćenja i sedimenta koje riječni sliv generira, a rijeka odnosi na područje ušća i u Kaštelanski zaljev.

2. Topografski sliv rijeke Jadro s glavnim pritokama/bujicama Sliv površinskog i podzemnih otjecanja površine cca 28 km² je mjesto nastajanja površinskih i podzemnih voda topografskog sliva rijeke Jadro, onečišćenja (točkastog i raspršenog) i rastresitih tvari / sedimenta koji stvaraju pritisak na rijeku od izvora do obalnog mora i u Kaštelanskom zaljevu - manji u sušnom periodu, a najveći u kišnom periodu godine.

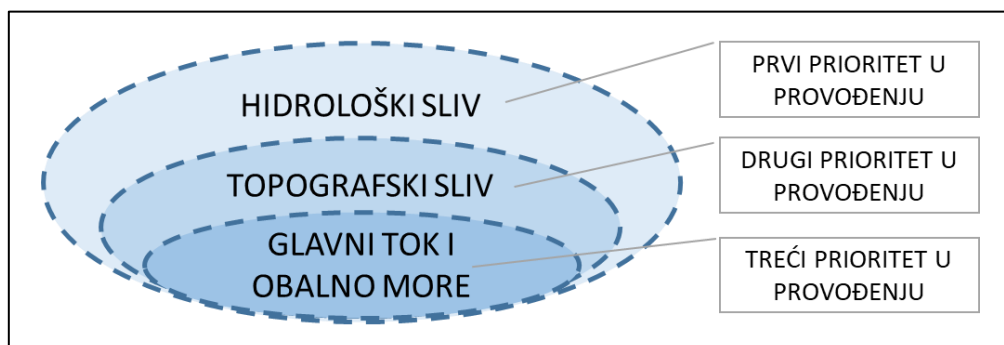
3. Hidrološki sliv izvora rijeke Jadro Sliv podzemnog i površinskog otjecanja koje obuhvaća dijelom vode sliva rijeke Cetine i rijeke Žrnovnice cca 450 km² koji određuje režim voda (količine i kakvoća voda) na izvoru rijeke Jadro i time nizvodno do obalnog mora, a koji se koristi za vodoopskrbu stanovništva kao za sada jedini raspoloživi izvor vode za piće.

Ova podjela jasno definira uzročno posljedične veze u slivu rijeke Jadro koje su detaljno elaborirane u prethodnim poglavljima te određuje hijerarhiju utjecaja klime (vanjskog nekontroliranog čimbenika) i voda (unutrašnjeg čimbenika) na stanje u slivu i vodama. Unutrašnje procese određuje klima, teren, biocenoza i izgrađeni okoliš. Hidrološki sliv izvora Jadro je stalni pokretač procesa, stanja i utjecaja u prirodnom i izgrađenom **sustavu rijeke Jadro** koji započinje na izvoru. Topografski sliv je povremeni snažni pokretač hidroloških procesa koji su u funkciji intenziteta oborina u slivu same rijeke nizvodno od izvora te aktivnosti čovjeka, a **manifestira se linijski duž toka rijeke** sve do obalnog mora i dalje u Kaštelanskom zaljevu. Unutar topografskog sliva izdvaja se urbano područje kao glavni problem kojeg treba rješavati. Urbano područje je uzrok - pokretač problema te prijemnik nastalih globalnih, regionalnih i lokalnih promjena i posljedica, regionalnih u slivu, lokalnih samom urbanom slivu i globalnih koje se manifestiraju klimatskim promjenama.

Znači hidrološki sliv je širi prostorni obuhvat problema unutar kojeg se izdvaja uža prostorna cjelina topografski sliv, a unutar topografskog sliva urbano područje. Glavni pokretač promjena u hidrološkom sustavu je urbano područje koje utječe svakodnevno lokalno na zdravlje i sigurnost življenja, na dugoročno regionalno stanje okoliša i voda i time na višegodišnje globalno stanje i održivost. Smjer djelovanja voda je nizvodno, gravitacijski, a smjer djelovanja pritiska urbanog područja u svim smjerovima po površini, na zrak i podzemne vode.

Ovim je definirana hijerarhija utjecaja ali i prioritet provedbe mjera nužnih za ostvarenje usvojene vizije, ciljeva i zadataka (slika 89). Jasno je kako vode utječu jedne na druge i zašto, a time i procesi koji se odvijaju u ovim cjelinama, prirodni i antropogeni. Jasno je i da klima kao vanjski čimbenik sustava utječe podjednako na sve komponente, a time i očekivane buduće klimatske promjene. Isto tako je jasno da su urbane sredine glavni unutrašnji pokretač promjena u hidrološkom sustavu rijeke Jadro, najviše u topografskom slivu i u Kaštelanskom zaljevu. Zato je rješavanje problema zaštite i jačanja otpornosti na klimatske promjene urbanih sredina prioritet, a od rezultata uspješnosti realizacije definiranih mjera ovisit će regionalno stanje i značajke voda i okoliša, te u konačnosti i manjim dijelom globalne.

Svako područje ima svoje specifične prirodne i modificirane značajke, granice, elemente, unutrašnje i prekogranične procese, to jest kapacitet prilagodbe, osjetljivost a time ranjivost na klimatske i antropogene hazarde. Izloženost hazardu, klimatskom i antropogenom, je različita a time i rizik za ostvarenje vizije i ciljeva Plana. Sve je to elaborirano u prethodnim analizama i prezentirano u prethodnim poglavljima dokumenta te se neće ponavljati.



Slika 89. Prioriteti u provođenju mjera prate hijerarhiju utjecaja u slivu

S obzirom na to da su značajke svake cjeline različite, te imaju svoj specifični prekogranični međudnos s drugim cjelinama-elementima sustava i širim okolišem, mora se primijeniti i specifična strategija, odnosno radnje koje treba poduzeti da bi se ostvario zadatak ili više njih kao i sveukupni cilj ili ciljevi, u konačnosti vizija.

1) S obzirom na to da je prvi i najvažniji cilj „Osigurati adekvatnu i pouzdanu opskrbu vodom“ te „Zaštiti i poboljšati kvalitetu vode“ na izvoru i nizvodno do obalnog mora prvi prioritet je unaprijediti upravljanje vodama u hidrološkom slivu izvora rijeke Jadro.

To je područje koje dijelom objedinjuje podzemne i površinske vode koje dolaze do izvora i koje dijelom obuhvaća vode iz sliva rijeke Cetine i rijeke Žrnovnice. Tako je područje utjecaja na režim voda izvora Jadro i samu rijeku proširen. Sliv je samo manjim dijelom urbaniziran te se može smatrati pretežito prirodni. Zadnjih godina bilježi se trend porasta urbanizacije i industrijalizacije što neminovno utječe na vode u slivu i nizvodno do mora. Na količinski režim voda najveći utjecaj ima klima i klimatske promjene dok na režim kakvoće voda najveći utjecaj ima čovjek. Zato se upravljanje rijekom Jadro mora sagledavati holistički uvažavajući prirodne granice cjeline sustava i sve procese koji se odvijaju u sustavu, prirodne i antropogene. To je složen i trajan zadatak od velike važnosti za očuvanje režima voda izvora rijeke Jadro kao i zahvata vode za piće. Sliv podzemnih voda utječe na kakvoću vode na izvorištu, glavnom izvoru pitke vode za šire urbano područje od cca 200.000 stalnih stanovnika i na sve veći broj turista. Hidrološki sliv rijeke Jadro je samo dijelom poznat sustav i kao takav je složen za upravljanje. Osnovna strategija za rješavanje problema je integralno upravljanje vodama, odnosno **integralno upravljanje kakvoćom voda**. Klimatske prijetnje poplave, suše i erozija zemljišta su manje izraženi na ovom prostoru, a najviše u urbanim sredinama u slivu, prvenstveno zbog nedovoljno razvijene infrastrukture. Zadaci su već definirani u planu upravljanja voda Jadranskim vodnom području te ih treba lokalno primijeniti uvažavajući klimatske i antropogene prijetnje u slivnom području. Zadaci koji se određuju za topografski sliv i urbana područja u njemu, primjenjuju se i na području hidrološkog sliva u suradnji s planovima i aktivnostima Hrvatskih voda i Hrvatskih šuma i lokalne vlasti.

2) Drugo prioritetno područje upravljanje vodama se odnosi na topografski sliv rijeke Jadro i ima za cilj „Zaštiti i poboljšati kvalitetu vode“, „Obnoviti prirodna staništa u slivu i vodama“ te „Poboljšati kvalitetu življenja u slivu“.

To je značajno urbanizirano slivno područje, više od 25 %, tako da se radi o kombiniranom hidrološkom slivu, prirodnom i izgrađenom. Sliv je značajno izmijenjen i veliki je generator onečišćenja (plinovitog, tekućeg i krutog) i rasutih tvari / sedimenta. To znači da se upravljanje vodama provodi upravljanjem vodama urbanog sustava i šireg prirodnog sustava. Zadatak je vrlo složen jer zahtjeva provedbu specifičnih mjera i zadataka kojima se nastoji ojačati urbano područje i prirodno područje topografskog sliva rijeke Jadro kako bi se ublažio rizik od poplava, suša, erozije zemljišta te toplinskih valova izazvanih klimatskim promjenama. Međutim, kako je to već u prethodnim poglavljima elaborirano najveća trenutna prijetnja su neuravnoteženo s kapacitetom okoliša, korištenje prostora i nedovoljno razvijena infrastruktura i erozija zemljišta. Granice oba sustava voda, prirodnog i izgrađenog, su poznate tako da se sadašnji i budući problemi mogu lakše rješavati, a rezultati mjeriti. Vode topografskog sliva sve više poprimaju karakteristike urbanih voda. Pritisci već sada uzrokuju lošu kakvoću vode u toku rijeke Jadro, eroziju obala i zemljišta od izvora do mora, a urbanizacija devastira prirodna staništa i smanjuje biološku raznolikost te time povećava ranjivost urbanog ekosustava i voda na klimatske promjene, odnosno standard življenja. Osnovna strategija za rješavanje problema izazvanih vodama je **integralno upravljanje vodama** na razini topografskog sliva, te pojedinih podslivova unutar topografskog sliva. Mjere jačanja otpornosti na klimatske promjene i mjere zaštite voda od onečišćenja iz urbanog područja

su prioritet. Zbog toga je glavna strategija rješavanja urbanih voda „**Urbano oblikovanje osjetljivo na vodu**“ (UOOV) (*Water sensitive urban design – WSUD*). Širi obuhvat rješavanja problema održivosti urbane sredine obuhvaća i ostale elemente i resurse urbanih sredina i okoliša, a posebno korištenja i prenamjenu prirodnog u izgrađeni okoliš koji se ublažava strategijom „**Urbani razvoj s malim utjecajem na okoliš**“ (*Low Impact Development – LID*), odnosno „**Razvojem održivog grada ili zelenog grada**“ (GS). To je grad dizajniran s obzirom na društveni, ekonomski, ekološki utjecaj i otporno stanište za postojeće populacije, bez ugrožavanja mogućnosti budućih generacija da iskuse isto. To je zeleni, čisti i zdravi grad koji se nalazi u zaštićenom prirodnom okolišu sliva rijeke Jadro.

Za ostvarenje vizije i ciljeva održivog razvoja područja rijeke Jadro nužna je stalna i učinkovita suradnja svih institucija i dionika jer se njihove nadležnosti preklapaju. To su lokalni zadaci koje plan upravljanja vodama Hrvatskih voda ne sagledava detaljno, te je nužno izraditi detaljne lokalne planove temeljem provedenih analiza.

3) Treće prioritarno područje je rijeka i inundacijsko područje uz rijeku Jadro od izvora do obalnog mora zajedno s obalnim morem, a cilj je „Integrirati i unaprijediti upravljanje poplavama, riječni sliv-urbano područje“, „Obnoviti riječne ekosustave i poboljšati prirodna staništa“, te „Poboljšati kvalitetu življenja“.

To je vodna cjelina koja je u stalnom kontaktu s ljudima koji žive i rade na njenim obalama. Zato su velike vode - poplave najveća prijetnja društveno-ekonomskom sustavu. Poplave su posljedica velikih voda koje dotječu iz izvora, topografskog sliva i uslijed podizanja razine mora. Sva tri čimbenika određuju razinu poplavnog rizika danas, ali i u klimatski neizvjesnoj budućnosti. Rijeka i njen ekosustav kao i prirodna staništa i usluge ekosustava su važni za standard življenja, ukupni urbani ekosustav i njegovu održivost. Zato treba obnoviti riječne ekosustave i poboljšati prirodna staništa koja su urbanizacijom devastirana, posebno u nizvodnom dijelu rijeke zajedno s obalnim morem, koje je najviše devastirano. Kao što je u prijašnjim poglavljima naglašeno, cijela rijeka je morfološki izmijenjena i u lošem stanju, a vode onečišćene i ne podržavaju autohtona prirodna staništa i vrste, a time ni životno važne usluge ekosustava. Sve negativnosti koje stvaraju uzvodni slivovi (hidrološki izvora, topografski rijeke te urbani) se zbrajaju u rijeci od izvora do obalnog mora. Prirodni i izgrađeni okoliš se preklapaju tako da je nužan integralni pristup u rješavanju problema, te korištenje kombinacije integralnog upravljanja prostorom, vodama sustava rijeke Jadro i urbanog vodnog sustava Solina i Klisa. Sve se mora zajedno sagledavati i rješavati uvažavajući hijerarhiju sustava voda i utjecaja, specifične značajke elemenata pojedinih sustava, te procese agregacije utjecaja i posljedica na okoliš. Strategija rješavanja problema je kombinacija integralnog upravljanja vodama rijeke Jadro, urbanog oblikovanja osjetljivog na vodu te strategija razvoja s malim utjecajem na okoliš – zelena gradnja. Za ostvarenje vizije i ciljeva nužna je stalna i učinkovita suradnja svih dionika jer se njihove nadležnosti preklapaju od izvora do obalnog mora.

U cilju lakše etapne realizacije, potpunijeg i sigurnijeg definiranja mjera, zadataka i projekata ovo područje se dodatno može podijeliti na četiri podpodručja i time potencijalna projekta:

- 1) Gornji tok rijeke do kraja zaštićene zone i desne pritoke Ozrnja;

- 2) Donji tok od pritoke Ozrnje do Gašpinih mlinica;
- 3) Područje prijelaznih voda nizvodno od Gašpinih mlinica do mora i
- 4) Obalno more.

To su danas bitno različite morfološke i ekološke vodne i prostorne cjeline s različitim obuhvatom utjecaja koje zahtijevaju specifične mjere zaštite i jačanja otpornosti, te projekte. Isto tako klimatske promjene se različito manifestiraju na ovim područjima, prirodnim i izgrađenim, te se stoga zaštita i jačanje otpornosti treba drugačije rješavati kako bi mjere bilo lokalno održive. Međutim, sve što se planira i radi mora se integralno sagledavati i rješavati s aktivnostima u pripadajućem slivu riječne dionice i uzvodnim dionicama rijeke.

Gornji tok je najbolje sačuvan prirodna cjelina i spada u prioritetno zaštićeno područje posebno zaštićene vrste riba koje treba dodatno ojačati. Glavna prijetnja su promjene klimatskih varijabli (temperatura i oborine) i korištenja okolnog zemljišta u pripadajućem slivu dionice rijeke i uz same obale (onečišćenje, građenje). Donji tok je regulirani vodotok na kojem je donekle sačuvan riječni ekosustav, ali ne i prirodno inundacijsko područje koje treba ojačati zelenim mjerama i zaštititi od onečišćenja kojeg generira pripadajući urbani sliv, a inače nije jako izloženo poplavama, jačanje ekosustava i njegovih usluga je od prioritetne važnosti. Sljedeće karakteristično područje su prijelazne vode. Klimatske promjene će na ovoj dionici i pripadajućem slivu imati značajno veći negativni utjecaj na stanje okoliša. Prijelazne vode i ušće su potpuno modificirani – umjetni vodotok na kojem je poplavni hazard uvjetovan rijekom i morem najveća prijetnja ljudima i okolišu. To je dionica koja je najviše izložena oborinskim vodama grada i time onečišćenju koje grad oborinskim vodama donosi u rijeku. Obalno more je pretežito morfološki izmijenjeno/izgrađeno područje na kojem treba ojačati specifične ekosustave boćatih voda i autohtona prirodna staništa i vrste koje su zaštićene. To je područje gdje je hazard uvjetovan morem najveća prijetnja, a to su plavljenje i erozija obala. Klimatske opasnosti su višebrojne i različite jer rješavanje problema obuhvaća: vode rijeke, lokalne oborinske i otpadne vode, te more Kaštelanskog zaljeva. To je najugroženiji ekosustav sliva rijeke Jadro koji je pod zaštitom. Da bi se ostvarilo dobro stanje voda i zaštitili specifični ekosustavi ovog područja nužno je riješiti sve uzvodne probleme i prijetnje uzrokovane gradom i njegovim procesima te klimatskim promjenama. Hijerarhija rješavanja problema i izvedba projekata je jasna: gornji tok, donji tok, prijelazne vode, obalno more. Paralelno se moraju realizirati i mjere u urbanom prostoru topografskog sliva pritoka/bujica koje dotječu u pojedine dionice vodotoka, bar najveće. Bilo bi najbolje ako bi se sve rješavalo odjednom kroz jedan veliki projekt koji obuhvaća topografski sliv rijeke Jadro.

Plan upravljanja vodama Jadranskog vodnog područja ne predviđa posebne prioritete kao ni mjere za područje rijeke Jadro, izvan onih koji su propisani relevantnom regulativom, te druge inicijative kao što je to Zeleni plan, kružno gospodarstvo i drugi. Ovaj Plan je u tom smislu nadogradnja općeg plana upravljanja vodama jer definira lokalne prioritete koji su integrirani u širi okvir upravljanja vodama Jadranskog vodnog područja.

50. Upravljačke cjeline i strategije (J. Margeta)

Polazeći od prije iznesene podjele jasno proizlazi da se problem mora rješavati na dvije glavne upravljačke razine, odnosno cjeline koje su međusobno povezane; 1) Riječni bazen kao cjelina i 2) Urbano područje ili područje urbanog ekosustava unutar hidrološkog sustava. Za razinu riječnog bazena osnovna strategija je **integralno upravljanje vodama** a za razinu urbanog područja i vodnog sustava to je **urbano oblikovanje osjetljivo na vodu**. Obje razine su pod utjecajem klimatskih promjena, promjena u prostoru i društveno-ekonomskih aktivnosti. Strateški upravljački cilj je isti, **održivost**. Klimatske promjene utječu na sve druge elemente okoliša, a ne samo vode, tako da se aktivnosti u prostoru moraju prilagoditi novim klimatskim uvjetima i nastalim promjenama prirodnog okoliša (voda, zrak, tlo, biocenoza).

51. Upravljanje na razini riječnog bazena

Strategije i relevantni zadaci za ostvarenje utvrđenih ciljeva na razini riječnog bazena rijeke Jadro (hidrološki + topografski sliv) sažeto su prikazane u tablici 31.

Tablica 31. Relevantne strategije i zadaci integralnog upravljanja vodama sliva rijeke Jadro

Strategije upravljanja vodnim resursima	Zadaci integralnog regionalnog upravljanja vodama sliva rijeke Jadro													
	1.Opskrba vodom		2.Zaštita voda		3.Ekosustavi i staništa		4.Upravlja. poplavama		5.Standard življenja		6.Klimatske promjene			
Upravljački zadaci - strategije	O-1		Z-1	Z-2	S-1	S-2	U-1	U-2		Ž-1	Ž-2	K-1	K-2	K-3
Smanjenje potrošnje vode														
Učinkovita potrošnja vode u poljoprivredi	√		√										√	√
Učinkovita potrošnja vode u naseljima	√		√										√	√
Unaprjeđenje zaštite od poplava														
Integralno upravljanje rizicima od poplava							√	√						√
Unaprjeđenje efikasnosti opskrbnog sustava i transporta vode														
Regionalna distribucija vode	√		√	√			√	√				√		
Prilagodba rada sustava	√											√		
Transfer vode	√											√		
Povećanje opskrbnih kapaciteta - količina														
Eksploatacija vodonosnika	√		√	√									√	
Desalinizacija	√												√	
Korištenje kišnice														√
Recikliranje urbanih voda	√		√	√									√	

Površinski rezervoari														√
Poboljšanje kakvoće vode														
Obrada vode za piće	√		√	√								√		√
Prilagoditi / korištenje vodonosnika	√		√	√								√		√
Zadovoljiti traženi standard vode			√	√	√	√					√			
Zaštita od točkastih izvora onečišćenja	√		√	√	√						√			√
Upravljanje oborinskim vodama			√	√	√	√		√			√			√
Upravljanje prirodnim resursima i rizicima od erozije zemljišta														
Planiranje i upravljanje zemljištem			√		√	√	√				√		√	
Upravljanje šumama														
Upravljanje slivom	√		√	√	√	√	√	√			√	√	√	√
Upravljanje površinskim procesima, erozijom i sedimentom				√			√	√					√	√
Zaštiti područja prihranjivanja vodonosnika	√		√	√			√	√					√	√
Obnavljanje ekosustava			√	√	√	√		√					√	
Upravljanje poljoprivrednim zemljištem i radnjama			√										√	
Ljudi i vode														
Voda i kultura	√				√	√					√	√		√
Rekreacija i vode			√	√	√	√					√			√
Ekonomski poticaji	√											√	√	
Širenje obuhvata dionika i angažiranje na nužnim promjenama												√		

Sve navedene strategije i zadaci su sastavni dio Plana upravljanja vodama Hrvatske 2016-2021. Njihovom provedbom rješavat će se ovim projektom utvrđeni problemi i ciljevi našeg Plana te jačati otpornost na klimatske promjene. Da bi se planirane mjere bolje realizirale nužno ih je uključiti u sve lokalne planove razvoja i korištenja prirodnih resursa. Provedba postojećeg plana upravljanja vodama i izrada novog za sljedeće plansko razdoblje u skladu s Okvirnom direktivom o vodama EU je u nadležnosti Hrvatskih voda.

Lokalna zajednica se treba angažirati na provedbi Plana upravljanja vodama 2016. – 2021., ali i na njegovoj pripremi u rješavanju lokalnih problema koji su ovim projektom analizirani i definirani. Opće strategije i zadatke iz tablice 31 treba prilagoditi lokalnim uvjetima i značajkama te integrirati na najbolji mogući način na lokalnoj razini. Nužno je artikulirati lokalne probleme koji se trebaju rješavati zajedno s Hrvatskim vodama kroz provedbu Plana upravljanja vodama. To se posebno odnosi na utjecaje klimatskih promjena, planiranje korištenja zemljišta i razvoj urbane infrastrukture jer je isto u nadležnosti lokalne i dijelom županijske uprave.

Za slivno područje izvora rijeke Jadro vrijede smjernice, preporuke i mjere koje se navode za topografsko područje sliva rijeke Jadro, odnosno urbana područja u slivu. Strategija jačanja otpornosti i tranzicije urbanih sredina i vodne infrastrukture u skladu s novim politikama razvoja i klimatskim okruženjem se elaborira u nastavku.

52. Upravljanje na razini vodnog sustava rijeke Jadro

Osnovna metodologija upravljanja vodama je **Integralno upravljanje vodama** odnosno u ovom projektu **Integralno upravljanje rizicima od opasnosti - prijetnji** nastalih klimatskim i društveno-ekonomskim promjenama u slivu rijeke Jadro. Ona se primjenjuje na ukupni hidrološki sliv rijeke Jadro, odnosno na (i) hidrološki sliv izvora rijeke Jadro i (ii) topografski sliv rijeke Jadro. Kao što je u uvodnim poglavljima prezentirano ova podjela je za rijeku Jadro prirodna i poželjna sa stanovišta učinkovitog upravljanja vodama u odnosu na globalne klimatske promjene i lokalne unutrašnje promjene (poznate granice, ulazi i izlazi iz sliva te unutrašnji procesi i transformacije voda). U ovom projektu ne elaboriramo problematiku upravljanja vodama u skladu s Okvirnom direktivom o vodama EU, jer je to zadatak nadležnih institucija, već samo lokalnom problematikom u odnosu na klimatske promjene i lokalne prijetnje te mjere jačanja otpornosti i zaštite koje su sastavni dio mjera koje se provode na području rijeke Jadro.

Lokalne strategije vezane za prostor unutar pojedinog sliva su odabrane imajući na umu potrebu za transformiranje naselja i izgrađenog okoliša u slivu rijeke Jadro iz „tvrdog i sivog“ u „meki i zeleni“ okoliš u svrhu jačanja održivosti i otpornosti vodnih resursa, bioraznolikosti, urbanih vodnih sustava, te čovjekove egzistencije. Iskorištavanje postojećih prilika koje prirodni sustav i resursi pružaju ne samo da može poboljšati upravljanje vodnim resursima i sustavima, već može poboljšati kvalitetu života i povećati vrijednost imovine te sigurnosti življenja u klimatski nesigurnoj budućnosti.

Okvirne strategije koje se predlažu ovim planom s ciljem formiranja „mekog i zelenog“ urbanog okoliša su:

- Zaštita vodnih resursa pametnim rastom i razvojem;
- Razvoj i rast s malim utjecajem na okoliš ili zelena infrastruktura;
- Dizajn u prirodnom urbanom sustavu ili ekološki održivi razvoj;
- Urbano oblikovanje osjetljivo na vodu (UOOV).

Ove strategije ili koncepti su u suštini međusobno slični jer imaju iste ciljeve i učinke na čovjeka i okoliš, a to je održivi razvoj kroz očuvanje okoliša, prirodnih procesa i biološke raznolikosti sliva rijeke Jadro i voda rijeke Jadro. U nastavku se navode osnovne značajke pojedinih koncepta ne ulazeći u tehničke detalje.

Brojni alati i tehnike – mjere se koriste za rješavanje utvrđenih problema kroz predložene okvirne strategije, kao što su:

- Integrirano upravljanje urbanim vodama;
- Urbani dizajn osjetljiv na vodu;
- Ekosustav - osnovni pristup;
- Integrirano upravljanje za zaštitu voda i zaštitu vodnih ekosustava;
- Najbolja praksa planiranja i najbolja praksa upravljanja;
- Pristup zasnovan na riziku;
- Skupljanje i ponovna upotreba urbane vode;
- Naturalizacija / obnavljanje prirodnih procesa otjecanja vode u urbanim područjima; razvoj plave i zelene infrastrukture;
- Primjena najprikladnije kombinacije različitih sustava i tehnologija; alati za poboljšanje urbanog upravljanja vodama;
- Upravljanje rizikom od poplave mjerama kontrole vode, mjerama kontrole korištenja zemljišta i financijskim poticajima i smanjenjem gubitaka;
- Upravljanje rizikom od suše mjerama kontrole potrošnje vode, mjerama kontrole korištenja zemljišta i financijskim poticajima i smanjenjem gubitaka.

Za lokalnu primjenu treba odabrati kombinaciju mjera i alata koji daju najbolje rezultate u što kraćem vremenu i sa što manje troškova, uvažavajući lokalne mogućnosti za njihovo održavanje i rad.

6.4.2.1 Integralno upravljanje vodama u odnosu na klimatske promjene

Upravljanje rizikom od ekstrema / opasnosti **izazvanih klimatskim promjenama** ne odnosi se samo na događaje oko samih opasnosti (poplave, suše, visoke razine mora, veliki valovi), nego i na smanjenje rizika i ublažavanje utjecaja ekstremnih događaja. U tu svrhu razlikuje se niz faza u upravljanju rizikom od opasnosti **izazvanih klimatskim promjenama**, a odnose se na sljedeće:

Prevenција/ublažavanje: mjere i aktivnosti uključene u lokalno, regionalno i nacionalno planiranje razvoja koje smanjuju vjerojatnost i/ili utjecaje opasnosti (zelena rješenja i promjene u korištenju prostora).

Pripremljenost: mjere i aktivnosti usmjerene na postizanje odgovarajuće razine spremnosti za odgovor na svaku izvanrednu situaciju koja bi mogla nastati, kroz programe koji jačaju tehničke i upravljačke kapacitete organizacija i zajednica (uzbunjivanje, evakuacija, služba spašavanja, zdravstvena zaštita i drugo).

Odgovor: mjere i aktivnosti usmjerene na pružanje neposredne pomoći za održavanje života i poboljšanje zdravlja pogođenog stanovništva tijekom izvanredne situacije. Fokus je u ovoj fazi na zadovoljavanju osnovnih potreba ljudi dok se ne uspostave trajna i održivija rješenja (pružanje pomoći, zbrinjavanje ljudi, opskrba, itd.).

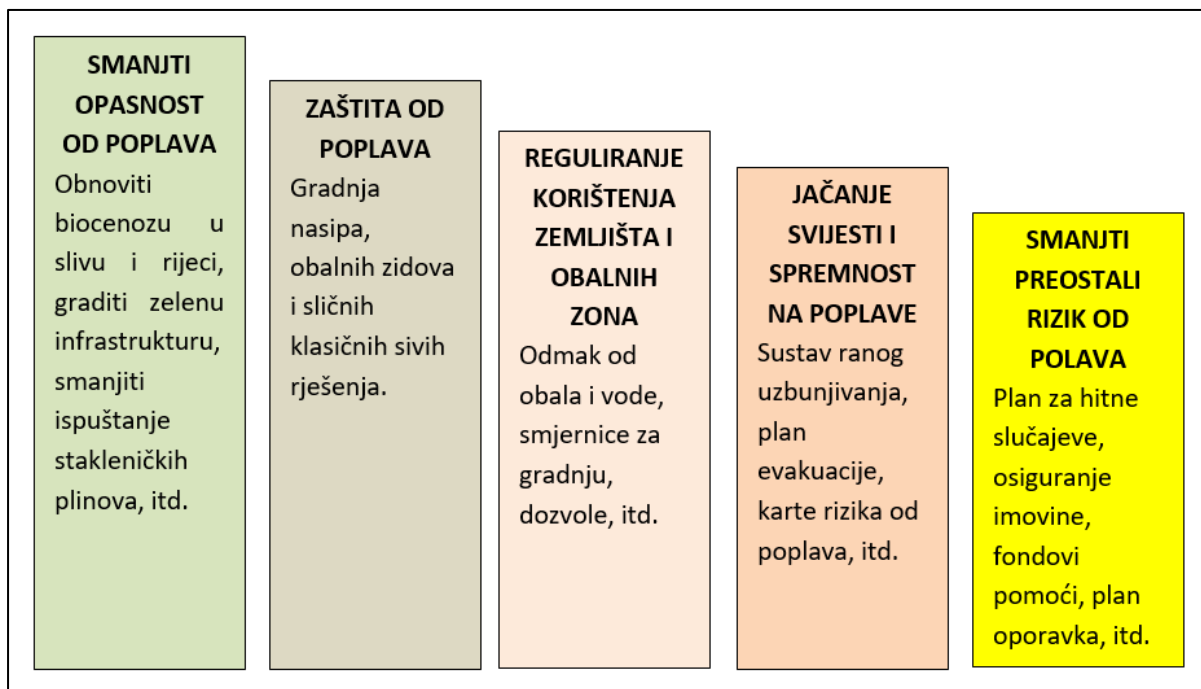
Oporavak: aktivnosti usmjerene na obnovu sredstava za život i jačanje infrastrukture, korištenje mogućnosti za smanjenje buduće ranjivosti. Koncept "pametna gradnja i razvoj" u konačnici jača prevenciju i pripravnost (strukturne i ne-strukturne mjere, organizacijske mjere jačanja otpornosti i zaštite, itd.).

Postoje brojne aktivnosti i mjere koje se mogu koristiti. Temeljem utvrđenog stanja i očekivanih prijetnji treba formulirati upravljačke opcije, ocijeniti njihovu prihvatljivost kroz analizu lokalnih i regionalnih utjecaja na dinamiku riječnog sustava, višekriterijsku analizu održivosti predloženih rješenja u lokalnom okruženju, te utvrditi ekonomske i druge posljedice za stanovnike i zajednicu. Takove aktivnosti prelaze okvire ovog projekta. U nastavku se navode osnovne mjere u odnosu na zaštitu od poplava, suša, erozije zemljišta i onečišćenja voda.

a) Integralno upravljanje rizicima od poplava

Metodologija, aktivnosti i koraci koje treba poduzimati u upravljanju s rizikom od poplava je dobro poznata i dobro elaborirana. Obrana od poplava je standardna vodoprivredna aktivnost koja se već dugo provodi na području sliva rijeke Jadro. Planiraju se i provode upravljačke mjere u skladu s Europskom direktivom o poplavama i Općom direktivom o vodama (karte rizika i slično). Svakih šest godina donosi se novi plan upravljanja vodama u kojem je pored osnovne teme, upravljanja dobrim stanjem voda, obrađena i problematika obrana od poplava. Taj materijal je osnovna podloga i za upravljanje rizicima od poplava na području rijeke Jadro.

S obzirom na prognozirane veće varijabilnosti vremenskih ekstrema i time prijetnji od poplava nepoznatih karakteristika nužno je standardne mjere obrane od poplava dopunjavati i novim mjerama koje su otpornije na promjene protoka izazvanih klimatskim promjena i varijabilnostima. Novi klimatski uvjeti definiraju sljedeću hijerarhiju integralnih mjera upravljanja poplavama koju treba primijeniti na području sliva i rijeke Jadro (slika 90).



Slika 90. Integralni koncept upravljanja poplavama

S obzirom na značajke prostora (krški i strmi tereni te veliki pad korita), veliku varijabilnost oborina, prioritet se daje zelenim rješenjima koja usporavaju i umanjuju stvaranje naglih i velikih voda. U tom smislu se za predlaže razvoj zelenih urbanih sredina, a u njima urbano planiranje osjetljivo na vode.

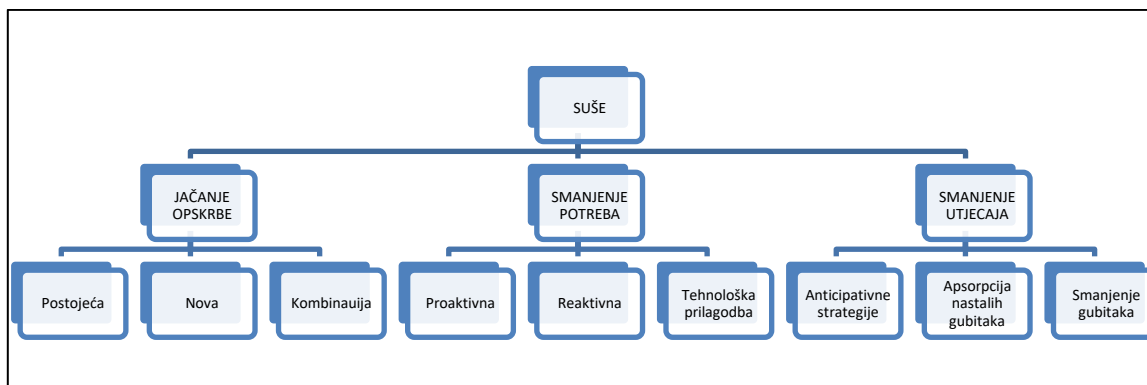
Siva rješenja koja su već izgrađena i planiraju se dalje jačati (obalne zaštitne građevine, kanali, itd.) treba integrirati sa zelenim rješenjima shodno lokalnim značajkama voda, terena, prostora i biotopa. Karakteristične cjeline su: bujice – pritoke rijeke Jadro, rijeka Jadro, prijelazne vode i obalno more. Ove cjeline treba rješavati integralno s mjerama korištenja prostora i obala (zeleni grad) i mjerama urbanog razvoja osjetljivog na vode. Mjere jačanja svijesti i spremnosti treba stalno provoditi kako opasnosti od klimatskih promjena i rizici od poplava budu sve više vidljive.

Navedena hijerarhija mjera se primjenjuje na sva vodna tijela uključujući i obalno more koje je izloženo i hazardu od dizanja srednje razine mora i naleta valova. Za područje rijeke Jadro nisu predviđene neke posebne mjere već standardne navedene u prethodno prikazanoj hijerarhiji pa se stoga neće detaljnije elaborirati.

b) Integralno upravljanje rizicima od suša

Suše su velika klimatska prijetnja okolišu i čovjeku. Nedvojbeno je da su suše sve veće i da predstavljaju veliki problem u mnogim sredinama, ali još uvijek ne toliko na području sliva rijeke Jadro. Na području Jadra najizraženija je takozvana socijalna suša izazvana neadekvatnom vodoopskrbnom infrastrukturom (velikim gubicima vode). Ostali aspekti suše meteorološka, hidrološka i poljoprivredne za sada ne predstavljaju osobiti problem, što ne znači da ne treba poduzimati mjere jačanja otpornosti

i prilagodbe. Zbog toga treba primijeniti integralno upravljanje rizicima od suša kao što je prikazano na slici 91.



Slika 91. Integralno upravljanje rizicima od suša

Integralno upravljanje rizicima od suša podrazumijeva istovremenu i stalnu primjenu mjera za jačanje opskrbe vodom, smanjenja potreba, te smanjenja negativnih utjecaja i posljedica od suša. Brojni su alati i mjere koje se mogu primijeniti. Kada se planiraju dugoročna rješenja tada se mjere za obranu od poplava moraju integrirati i s mjerama smanjenja suša, ako je moguće, kao što su to gradnja retencija i rezervoara za spremanje poplavnih valova koji postaju rezervoari vode za borbu protiv suša. Uz to suše i velike vode su i glavni generator erozije terena i korita tako da se sve mora zajedno sagledavati i rješavati.

Zelena rješenja imaju i svoj značaj u smanjuju rizika od suša. Zelena rješenja koja se primjenjuju u zelenim konceptima zaštite od poplava, zelenim gradovima u urbanom oblikovanju osjetljivom na vode imaju značajan doprinos i u smanjuju rizika od suša. Zato se zeleni koncept upravljanja okolišem i vodama, kojeg predlažemo kao strategiju u borbi protiv klimatskih promjena, uvijek mora integralno sagledavati, višedimenzionalno i holistički jer u suštini jača lokalni hidrološki sustav, sigurnost i zdravlje.

Prioritet je smanjenje potreba za vodom, zatim smanjenje gubitaka, te potom jačanje opskrbe. Proaktivne mjere kao što su cijena vode, planiranje korištenjem zemljišta, propisi, obrazovanje i slično su prioritet. Reaktivne mjere kao što su štednja vode, eliminiranje nepotrebne potrošnje, ponovno korištenja voda itd. su sljedeći prioritet koji se predlaže. Tehnološka prilagodba koja podrazumijeva korištenje opreme i tehnologije koja troši manje vode (zeleni grad, urbano oblikovanje osjetljivo na vode, štedni uređaji u domaćinstvu i industriji, itd.). Sve su to dobro poznate mjere koje će sve više morati primjenjivati zbog negativnih utjecaja klimatskih promjena. Neke od njih se detaljnije elaboriraju u nastavku. Mjere kao što su jačanje svijesti o sušama i spremnosti odgovora na njih su dio nastojanja da se smanje posljedice suša. U to spadaju i planovi intervencija, smanjenje gubitaka, pomoć pogođenima i slično. Povećanje opskrbe vodom je nužna mjera ako nema drugog izlaza iz

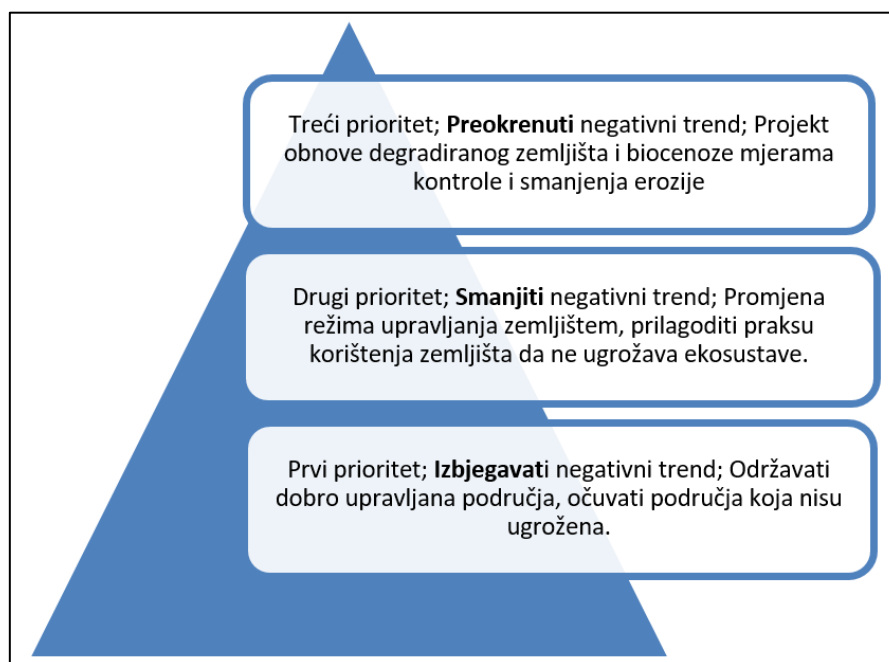
nastale situacije jer prognoze na ovim prostorima predviđaju smanjenje ukupnih godišnjih oborina i povećanje temperature.

c) Integralno upravljanje rizicima od erozije

Kao što je zaključeno u analizama utjecaja klimatskih promjena na područje rijeke Jadro, erozija je značajna negativna posljedica klimatskih promjena s brojim negativnim utjecajima na biološku raznolikost, vode, more, proizvodnju hrane i čovjeka. Zato je integralno upravljanje rizicima od erozije važna aktivnost koja se treba provoditi na ovom području. Naglasak je na integralnom upravljanju jer je erozija posljedica klime, voda, tla i čovjekovih aktivnosti kao i mjera integralnog upravljanja vodama koje jačaju otpornost na eroziju. Sve se mora zajedno rješavati.

Tlo dobrih značajki je preduvjet za opstanak i rast biocenoze (biljne zajednice na nekom prostoru). Hijerarhija negativnih posljedica je dobro poznata: manje produktivnog tla, manje biljnih zajednica, manje usluge okoliša i manja održivost življenja na nekom prostoru.

Hijerarhija prioriteta aktivnosti u smanjenju erozije i jačanja otpornosti je prikazana na slici 92.



Slika 92. Hijerarhija prioriteta aktivnosti u smanjenju erozije i jačanja otpornosti

Mjere koje se primjenjuju su uglavnom „zelene“ (pošumljavanje i ozelenjivanje), te „bioinženjering“ to jest korištenje biljnog materijala za izgradnju objekata koji obavljaju inženjersku funkciju stabilnosti tla, sprječavanje transporta vučenog i suspendiranog nanosa, smanjenje erozije obala korita, obnavljanje lokalnog hidrološkog ciklusa, zadržavanje vodnih valova te jačaju biocenozu – biološku raznolikost i njene ekološke usluge. Ove mjere se primjenjuju u kombinaciji s drugim mjerama dobre prakse: kontrola požara, kontrola nametnika, obrade zemljišta, režima voda, građenja, itd.

d) Integralno upravljanje rizicima od onečišćenja

Procesi uzrokovani poplavama, sušama i erozijom zemljišta su glavni prirodni pokretači onečišćenja koje završava u vodama Jadra i obalnom moru Kaštelanskog zaljeva. Drugi su točkasti i raspršeni izvori onečišćenja u slivnom području voda, aerozagađenje kao regionalni uzrok i klimatske promjene kao globalni uzrok.

Najznačajniji utjecaji na području rijeke Jadro se mogu prikazati na način prikazan na slici 93.

Eutrofikacija	Zaslanjivanje	Zakiseljivanje	Urbano onečišćenje	Sedimentacija
Poljoprivreda Kućanske otpadne vode Oborinske vode Raspršeni izvori	Poljoprivreda Kućanske otpadne vode Industrija Raspršeni izvori Prirodni izvori	Rudarenje Industrija Kisele kiše	Mikrobiološko onečišćenje Kruti otpad Oborinske vode Sedimentacija Izvori ugljikovodika Obogaćivanje hranjivim tvarima	Prirodno otjecanje Urbano otjecanje Poljoprivredni izvori

Slika 93. Najznačajniji utjecaji na području rijeke Jadro

Kompleksnost problematike integralnog upravljanja kvalitetom voda i mora određuju globalni utjecaji vezani uz klimatske promjene, lokalni društveno-ekonomski sustav, nesigurnost upravljanja u ostvarenju ciljeva održivosti i sposobnost ljudi, organizacija i društava da upravljaju procesima.

U osnovi, politika i strategija integriranog upravljanja kvalitetom vode podrazumijeva integrirani pristup koji prepoznaje da se kvalitetom vode ne može upravljati samo regulatornim mjerama u smislu zabrana, dozvola i kontrole, već da svi sektori korištenja vode i zemljišta u slivu preuzimaju odgovornost za upravljanje svojim utjecajima na vode. To posebno vrijedi za problema nastale klimatskim promjenama. Znači svi zajedno moraju sudjelovati u rješavanju problema i podjeli odgovornosti.

Mjere su standardne i dobro poznate te detaljno elaborirane u Planovima upravljanja Jadranskim riječnim bazenom te se stoga neće ponavljati. Ključno je razumjeti i poštivati hijerarhiju hidrološkog sustava rijeke Jadro te znati da se nizvodno kvaliteta neće značajnije promijeniti dok se ne riješe uzvodni problemi i eliminiraju izvori onečišćenja. Klimatski utjecaji iako su globalni utjecaj moraju se mijenjati lokalnim mjerama koje utječu na njihovo nastajanje i promjene, smanjiti ispuštanje stakleničkih plinova i povećati skladištenje zelenom strategijom.

Zaključak

Upravljanje rizicima od klimatskih promjena vezanim uz vode, poplave, suše, erozija i kakvoća vode se provodi integralno kako bi primijenjene mjere imale istovremeno maksimalni pozitivni učinak na smanjenje prijetnji i rizika za okoliš i čovjeka. Ključni segment – alat za borbu od posljedica klimatskih promjena i jačanje otpornosti na području rijeke Jadro se odnosi na zelena rješenja, obnavljanje biocenoze na cijelom prostoru, izgrađenom i prirodnom. Brojne su usluge biocenoze koje integriraju sve napore vezane za zaštitu kakvoće voda i jačanje otpornosti na poplave, suše i eroziju. Obnavljanje biocenoze je jednostavan, najjeftiniji i vrlo učinkovit alat koji se može stalno implementirati od strane svih dionika u slivu rijeke Jadro. Konačni učinak predloženog koncepta je zaštita staništa, obnavljanje i jačanje biološke raznolikosti na ovim područjima, kopnu, slatkim vodama i u moru i time sigurnosti i zdravlja stanovništva. Zelena rješenja će značajno osnažiti usluge ekosustava na okoliš kao što je prikazano na slici 94.

Opskrbne usluge:	Regulacijske usluge:
Hrana, voda, drvo, ljekovito bilje	Oprašivanje, tampon zona za ekstremne pojave, sprječavanje erozije, održavanje plodnog tla, potrošnja ugljika i skladištenje ugljika, pročišćavanje voda i eliminacija otpada, regulacija kvalitete zraka, smanjenje temperature, zaštita od sunca
Kulturne usluge:	Prateće usluge:
Rekreacija, turizam, inspiracija, kultura i umjetnost, duhovna obnova	Staništa, genetska raznolikost

Slika 94. Opskrbne i regulacijske usluge

Preporučena hijerarhija mjera jačanja zaštite i otpornosti na klimatske promjene je (1) zelene, (2) siva, (3) upravljanje prostorom, te potom paralelno raditi na mjerama jačanja svijesti i smanjenju preostalih rizika zajedno sa svim dionicima – službama.

6.4.2.2 Zaštita vodnih resursa pametnim rastom i razvojem

Na regionalnoj razini vodovodna poduzeća i prostorni planeri trebali bi primijeniti planiranja po manjim slivovima i izraditi regionalni sveobuhvatni plan, uvažavajući značajke i stanje u slivu uz donošenje odluka o zoniranju i koordinaciji razvojnih i zaštitnih planova. Kako bi se zaštitilo prirodno stanje u slivovima i potrošnja resursa, novi rast je najbolje usmjeriti na postojeća područja urbanizacije, pa bi stoga u nekim zajednicama/naseljima trebalo dopustiti veću gustoću stanovanja kod preuređenja/razvoja urbanih područja radi smještaja više ljudi i razvojnih aktivnosti. Dakle, spriječiti gradnju na područjima gdje se ista nije već dogodila, a dozvoliti gradnju viših objekata u već urbaniziranim područjima.

Tvrtke koje pružaju usluge vodoopskrbe i odvodnje otpadnih voda zajedno s ekspertima za upravljanje vodama mogu odigrati vitalnu ulogu u usmjeravanju rasta zajednica određujući gdje će se graditi nova infrastruktura ili gdje će se poboljšati postojeća. Koordinacija planera s upravom za vode (Hrvatske vode) i komunalnim poduzećima (Vodovod i kanalizacija Split) prije donošenja odluka o rastu/urbanizaciji može osigurati rast na mjestima koja najbolje štite okoliš i vodne resurse i gdje je vodna infrastruktura pouzdana i otporna na očekivane klimatske stresove i hazarde, te dovoljna da podrži održivost i rast u klimatski nesigurnoj budućnosti.

U Planu aktivnosti se navode relevantne smjernice kako upravljati rastom, a da se istovremeno provodi zaštita voda i okoliša, danas i u novim klimatskim uvjetima. Uz to se predlaže više mjera koje se trebaju primijeniti u kontroli negativnih utjecaja rasta na vode i biološku raznolikost. Recimo: smanjenje količina oborinskih voda, korištenje biljaka koje troše manje vode, sadnja stabala, korištenje biljnih – zelenih tampon zona uz i prema vodnim tijelima, smanjenje-ograničenje građevnog područja općenito a posebno uz vode, gradnje višekatnih parkirališta, odmak od voda koji sprječava plavljenje izgrađenih površina i time onečišćenje voda, kontrola svih izvora onečišćenja i otpada primjenom kružnog gospodarstva, itd. Sve su to mjere koje se predlažu projektom.

6.4.2.3 Razvoj s malim utjecajem na okoliš , zeleni grad i zelena infrastruktura

Održivi razvoj, obnova i prilagođavanje klimatskim promjenama predstavljaju novu priliku za bolje upravljanje oborinskim i površinskim vodama, odnosno lokalnim hidrološkim ciklusom, kroz razvoj urbanih sredina i društva u cjelini s manjim utjecajem na okoliš (*low impact development* (LID), zeleni grad) i primjenu zelene infrastrukture, što nudi još više mogućnosti zajedničkom radu planera i stručnjaka za vode u jačanju održivosti okoliša i življenja. Zelena infrastruktura je učinkovita, ekonomična i poboljšava sigurnost zajednice i jača kvalitetu življenja. To recimo podrazumijeva sadnju drveća, obnavljanje zelenih, vlažnih i močvarnih područja, umjesto izgradnje skupog novog postrojenja za pročišćavanje vode, velikih odvodnih kanala itd.

Zelena infrastruktura minimizira utjecaj na okoliš upravljanjem oborinskim vodama blizu izvora nastajanja, oponašajući prirodni hidrološki sustav koji omogućava oborinskoj vodi da infiltrira u tlo ili

da omogućava privremeno spremanje i usporavanje kretanja vode tako da se usporava ispuštanje voda u sustav odvodnje i njegovo opterećenje. Istovremeno biljni pokrov i tlo pročišćavaju vodu tako da štite podzemne i površinske vode te mijenjaju temperaturu i vlagu u okolišu kroz procese transpiracije i evaporacije. Biljke troše CO₂, a proizvode O₂ i tako poboljšavaju kakvoću zraka i smanjuju koncentraciju stakleničkih i drugih štetnih plinova. Zelenilo stvara novi zeleniji urbani ekosustav u kojem svoje mjesto nalaze i različite životinje što sve skupa jača biološku raznolikost. Brojne su koristi od biljaka tako da pojam zelene infrastrukture se stalno širi na nove primjene:

- zelene ulice,
- zelene škole,
- zelene javne zgrade,
- zelena parkirališta,
- zeleni parkovi,
- zelena industrija, poslovni subjekti, trgovina, i institucije,
- zelene aleje, prometnice, nogostupi i šetnice,
- zelene kuće,
- zelena urbana vodna infrastruktura, itd.

U konačnosti cilj je realizirati zeleni grad i okoliš, u našem slučaju zeleni prostor sliva rijeke Jadro koji uključuje širi hidrološki sliv, uži topografski sliv, te urbane sredine u slivovima. Time bi se obnovili prirodni procesi, zaštitio okoliš te ostvarili uvjeti za održivi razvoj. U realizaciji zelenog grada i zelenih rješenja krug specijalista koji sudjeluju u planiranju, projektiranju, gradnji i održavanju je širi nego u slučaju tradicionalnih (sivih i tvrdih) rješenja upravljanja urbanim oborinskim vodama i urbanim okolišem u cjelini (zgrade, infrastruktura, zrak, voda, tlo, biocenoza i ljudi).

Zeleni grad se orijentira na pet ključnih područja djelovanja zrak, voda, priroda i biološka raznolikost, kružno gospodarstvo i otpad te buka (slika 95). Cilj je ostvariti čistiji i zdraviji grad u sadašnjim i budućim klimatskim uvjetima te podržati provedbu Zelenog plana EU.



Slika 95. Zeleni grad – pet ključnih područja djelovanja

Cilj je spriječiti daljnju degradaciju okoliša i klimatske promjene radi ostvarenje ciljeva održivosti. U našem projektu naglasak je na degradaciji voda i svih procesa u okolišu vezanih uz vode. Europski zeleni dogovor pretvorit će EU u moderno, resursno učinkovito i konkurentno gospodarstvo, osiguravajući:

- da nema neto emisija stakleničkih plinova do 2050. godine,
- da je gospodarski rast odvojen od korištenja resursa, te
- da nijedna osoba i nijedno mjesto nije zaostala.

Glavna tema ovog projekta su vode, vodni okoliš i klimatske promjene. Ostale teme se elaboriraju samo u kontekstu upravljanja vodama.

Zelena rješenja imaju svoje nedostatke tako da se njihova primjena mora sveobuhvatno analizirati i pametno koristiti. Posebni problem su zelene zgrade dok zelena odvodnja i zelene površine nisu složen problem. Nedostaci zelene gradnje su:

- veliki početni troškovi,
- zelena gradnja nije magični lijek koji sve liječi,
- opskrba sunčevom energijom može ovisiti o vremenskim uvjetima,
- nepoznati dugoročni efekt,
- tehnološki problemi,
- održavanje može biti zahtjevno,
- unutrašnja temperatura može dosta varirati tijekom vremena.

Zelenilo smanjuje klimatske hazarde suše, poplave, toplinske valove, eroziju zemljišta, incidentna zagađenja okoliša, te jača zdravlje i sigurnost ljudi i prirodnog okoliša i time lokalnu, regionalnu i globalnu održivost. Jačanje zelenih rješenja je i osnovni cilj Zelenog plana EU i Hrvatske. Implementacija i povećanje zelenih površina i šuma je jedan od važnih zadataka u realizacije Zelenog plana EU i borbi protiv klimatskih promjena te se financijski značajno potiče. Za zaštitu i jačanje otpornosti voda i područja rijeke Jadro od klimatskih promjena i smanjenje antropogenih utjecaja na vode i okoliš, ovaj Plan predlaže primjenu zelene strategije i rješenja u cijelom razmatranom području, prirodnom kao i izgrađenom, shodno lokalnim karakteristikama na mjestu primjene. Primjenom zelenih rješenja se ostvaruje usvojena vizija i misija Projekta i Plana. To je osnovna strategija upravljanjem slivom izvora i rijeke Jadro.

6.4.2.4 Oblikovanje prirodnog urbanog sustava i ekološki održivi razvoj

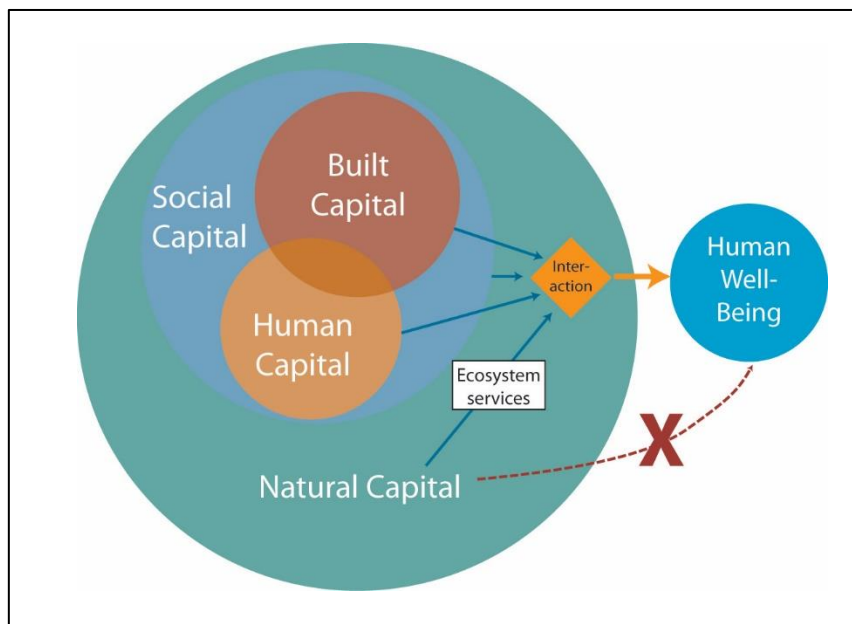
Primjena zelene strategije podrazumijeva tranziciju iz sivih - tvrdih gradova i rješenja u zelene - meke gradove i rješenja. Tranzicija je nužna, a treba se postepeno provoditi tako da se ne naprave velike greške. Tranzicija ima svoje pozitivne i negativne utjecaje koje treba cjelovito analizirati i tako odabrati

lokalno održiva rješenja. To je osjetljiv proces koji se treba dobro planirati jer se radi o živom okolišu koji ima svoje zakonitosti rasta i opstanka u nekom okruženju (životni ciklus). Okruženje mora biti zdravo i prilagođeno biljnim vrstama koje se koriste. Ne smiju se koristiti invazivne – strane vrste štetne za lokalnu biocenuzu već autohtone i po mogućnosti zaštićene sorte. Slivno područje Jadra je topografski različito, ima različitu energiju reljefa, erozijske procese, vrste i debljinu tla, vlažnost tla, lokalnu klimu i insolaciju. Zato realizacija treba biti postepena te se rezultati tranzicije trebaju pratiti kako bi se donosile dobre odluke za sljedeće korake zelene tranzicije. U tom smislu ovaj Plan definira prioritete projekte i mjere za koje smatramo da su dobar početni korak u zelenoj tranziciji.

Mogućnost transfera gradova iz „tvrde i sive“ strukture u „meke i zelene“ može imati velike koristi kod upravljanja vodnim resursima za ublažavanje ekstreme (suša i poplava), pročišćavanja voda, kontrole erozije zemljišta, zaštitu zdravlja, općenito jačanja otpornosti na klimatske promjene, smanjenje ispuštanja stakleničkih plinova i drugo (slika 96). Međutim, transfer iz sivog u zeleni okoliš ima svoju cijenu, od izvedbe do održavanja. Zato je ključno vrednovati lokalne i regionalne usluge ekosustava radi donošenja odluka o očuvanju voda i okoliša i održivom razvoju.

Vrijednosti ekosustava pokazuju koliko su usluge ekosustava važne za ljude - koliko vrijede. Usluge su brojne: rekreacija, regulacija poplava i suša, estetski ugođaj, regulaciju protjecanje vode, edukacija, kontrola erozije, ugođaj lokacije, regulacija kakvoće vode, slatke vode, kruženje nutrijenata, regulacija klime, regulacija požara, duševna, oprašivanje, hrana od stoke, hrana od riba, gorivo od drveta, zdravi produkti, itd. Različito se manifestiraju ovisno o lokalnom okruženju ali su uvijek pozitivne, ili bolje rečeno egzistencijalne jer jačaju egzistencijalne resurse vodu, hranu i energiju. Uz to ekosustavi i biološka raznolikost ima i svoju ekonomsku vrijednost koja se pametnom politikom može iskoristavati.

Ekonomisti procjenjuju vrijednost usluga ekosustava ljudima utvrđujući iznos koji su ljudi spremni platiti za očuvanje ili poboljšanje tih usluga. Vrednovanje usluga ekosustava predstavlja priliku za poticanje na individualne napore za smanjenje potrošnje prirodnih resursa i smanjenje ljudskog utjecaja na ekosustave. Zadržavanjem vrijednosti prirodnog kapitala pomoći će zaštititi nacionalne i privatne šume i travnjake, te time i bitne javne dobrobiti koje oni pružaju. Vrednovanje može pomoći u identificiranju korisnika zaštite okoliša i veličine koristi koje oni primaju, te tako pomoći u osmišljavanju mehanizama koji će obuhvatiti neke od tih koristi i učiniti ih dostupnima za zaštitu.



Slika 96. Međudodnos prirodnog kapitala i drugih urbanih kapitala i ljudskog blagostanja

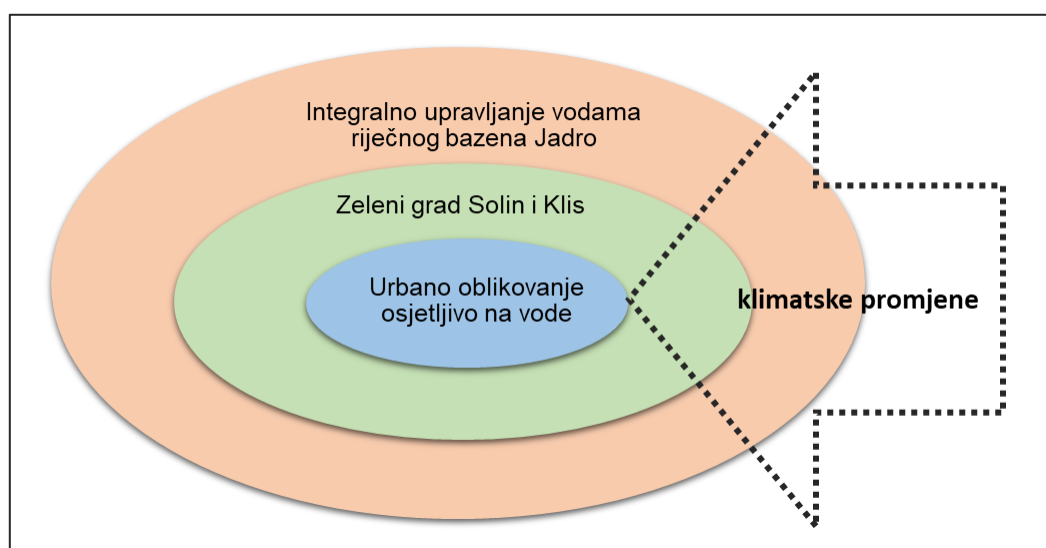
Procjene su složene i specifične za svako pojedino područje sliva i rijeke jer su i značajke prirodnog i izgrađenog okoliša specifične. Vrednovanje i izbor opcija uređenja i očuvanja biološke raznolikosti se svodi na primjenu višekriterijskih postupaka koji uvažavaju sve dimenzije održivosti i preferencije lokalnih dionika. U ovom projektu nisu provedene takve analize, ali se iste trebaju detaljnije elaborirati u slučaju kandidiranja pojedinih projekta za financiranje iz fondova EU. Temeljem relevantnih ciljeva službenih politika EU i Hrvatske vezanih za jačanje biološke raznolikosti, zaštitu od klimatskih promjena i održivi razvoj, zaključak je da je realizacija mekih zelenih rješenja na području sliva rijeke Jadro siguran i pouzdan korak ka njihovom ostvarenju kao i ostvarenju vizije Plana. Kod toga ne treba zaboraviti da održavanje zelenila ima i svoje stalne troškove.

6.4.2.5 Urbani vodni sustav i klimatske promjene

Koncept koji se pokazao korisnim za rješavanje problema **upravljanja urbanim vodama** u klimatski nesigurnoj budućnosti je „*Urbano oblikovanje osjetljivo na vodu*“ (UOOV). **To je koncept kojeg predlažemo ovim planom.** Koncepti (i) Dizajn prirodnog urbanog sustava i ekološki održivi razvoj, (ii) Razvoj s malim utjecajem na okoliš ili zelena infrastruktura i (iii) Zaštita vodnih resursa pametnim rastom i razvojem su teme više u području planiranja korištenja zemljišta nego rješavanja upravljanja lokalnom urbanom vodnom infrastrukturu. Međutim, svi ovi koncepti se u značajnom dijelu preklapaju i integriraju u realizaciji koncepta UOOV-a. Prema tome, realizacijom ovog koncepta ostvarit će se ciljevi i drugih zelenih konceptata unutar urbane sredine, te vizija Plana. Kako je urbano područje u slivu rijeke Jadro dosta veliko, s tendencijom stalnog širenja, realizacije koncepta UOOV-a će riješiti i većinu problema zaštite i jačanja otpornosti na klimatske promjene na većem dijelu sliva rijeke Jadro. Rubna i nenaseljena područja treba ojačati klasičnim i zelenim mjerama upravljanja vodama i rizicima vezanim uz vode (poplave, suše, erozija, onečišćenje voda). Naime, bujice i prostor izvan urbane sredine su u nadležnosti državnih poduzeća, Hrvatskih šuma i Hrvatskih voda koje provode svoje specifične mjere za klimatsku prilagodbu. Te mjere se moraju integralno rješavati s

urbanim područjima („*Urbano oblikovanje osjetljivo na vodu*“) kako bi se zajedničkim aktivnostima postigli što bolji rezultati u zaštiti od klimatski uzrokovanih prijetnji i održivost življenja na ovim prostorima. Unutar urbanog područja treba integrirati mjere i aktivnosti na provedbi integralnog upravljanja vodama, zelene tranzicije, koncept LID i zeleni grad, te koncept UOOV. Koncept UOOV jača elemente zelene tranzicije i sastavni je dio zelenog koncepta i razvoja urbanih sredina koji ima mali utjecaj na okoliš i promjenu klime te jača biološku raznolikost i održivost življenja. UOOV je više koncentriran na vode i vodnu infrastrukturu dok LID i zelena tranzicija ima širi obuhvat problematike održivosti, resursa, okoliša, razvoja i klimatskih promjena. **Bez realizacije UOOV-a nema ni realizacije zelene tranzicije, jer bez vode nema ni biljaka-zelenila ni biološke raznolikosti.** Zato se u Planu daje naglasak na realizaciju koncepta UOOV-a i zelenih rješenja.

Postavka i preinaka urbanog područja i forma grada koja će ostvariti najbolji ekološki rezultat u novim klimatskim uvjetima se također elaborira, ali s naglaskom na vode i vodne resurse te jačanje otpornosti na klimatske promjene. U fokusu su odnosi „grad-vode“, te „vode-grad“ u današnjem i u budućem klimatskom okruženju.



Slika 97. Hijerarhija strateških upravljačkih koncepata projekta prilagodbe na klimatske promjene na području rijeke Jadro

Za ostvarenje vizije nužna je trajna i ravnopravna suradnja svih dionika te formiranje organizacije – institucije koja će koordinirati suradnju, pripremati i provoditi realizaciju planova i projekta na cijelom području rijeke Jadro.

53. Urbano oblikovanje osjetljivo na vodu (UOOV) (J. Margeta)

UOOV obuhvaća niz mjera koje su osmišljene kako bi se izbjegli ili barem smanjili ekološki utjecaji urbanizacije u smislu potražnje za vodom i prijetnja od potencijalnog zagađenja voda, te umanjili negativni utjecaji klimatskih promjena na urbanu vodnu infrastrukturu i urbani okoliš. UOOV podrazumijeva da su sve vode u gradskom ciklusu vode resurs, a ne samo pitka voda iz vodovoda što uključuje:

- kišnicu,
- oborinske vode,
- vodu za piće,
- sivu vodu (voda iz umivaonika, tuša i rublja u kupaonici),
- crnu vodu (wc i kuhinja),
- rudarenje vode (kanalizacija).

Time se jača otpornost te ublažavaju klimatski stresovi/šokovi vezani uz smanjenje vodnih i toplinskih valova, te kontrola otjecanja velikih voda, suša i erozije zemljišta.

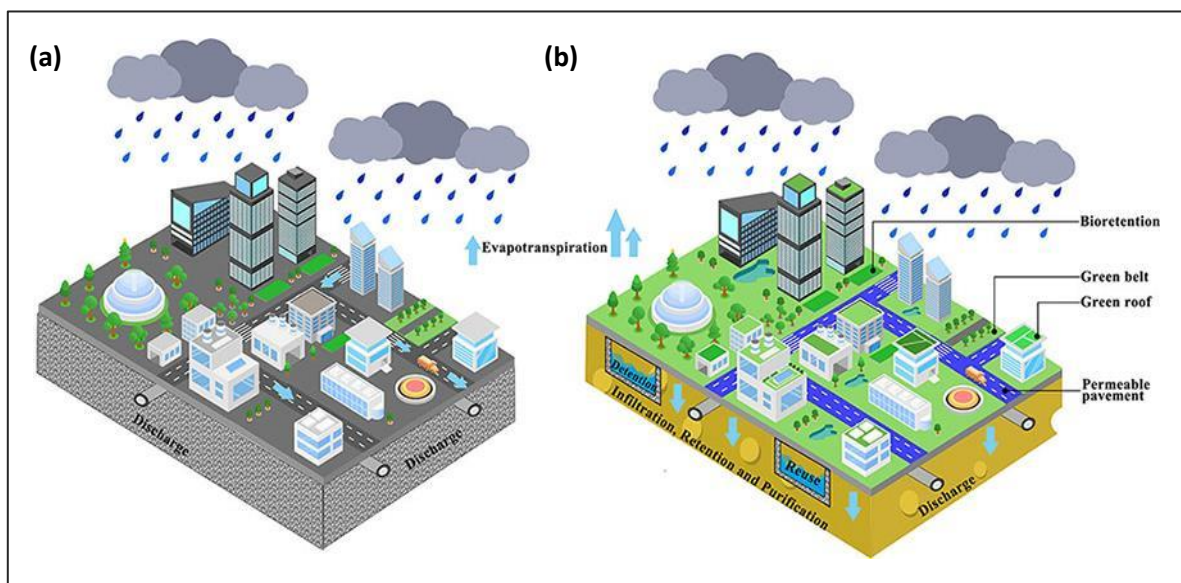
Sljedeći ciljevi UOOV-a su posebno značajni:

- smanjiti potrošnju pitke vode;
- povećati ponovnu uporabu vode;
- smanjiti ispuštanje otpadnih voda;
- smanjiti zagađenje oborinskih voda prije ispuštanja u vodeni okoliš;
- povećati zaštitu podzemnih voda, te
- obnoviti lokalni hidrološki ciklus.

Ovaj koncept podrazumijeva *upravljanjem gradom kao slivom i urbanim ekosustavom* u kojem se koriste sve vode i time ublažavaju utjecaji suša, erozije i onečišćenja voda. Sve gradske površine, uključujući zgrade, ceste, pješačke staze i otvoreni prostor mogu pridonijeti održivom upravljanju vodnim resursima u cijeloj zajednici i time razvoju zelenog okruženja u gradu (slika 98). To znači da se vodom može sve više upravljati iz lokalnog sliva i manje se oslanjati na vanjske slivove te tako smanjiti negativni utjecaj oduzimanja vode na vodne resurse i biološku raznolikost voda. Na primjer:

- ceste mogu biti izvori vode prikupljanjem oborinskih voda,
- zgrade mogu biti mjesta za smanjenje zagađenja oborinskih voda kroz kišne vrtove.

S vremenom će ovaj pristup izgraditi otpornost vodnih resursa i vodenog okoliša prema pritiscima konsolidacije gradova i u odnosu na klimatske promjene i time osigurati zdravo življenje u gradovima. Voda se dulje zadržava u urbanom sustavu i time osigurava nužne preduvjete za provedbu zelenih rješenja. Sve su ovo aktivnosti koje jačaju održivost urbanih sredina i okoliša te otpornost na klimatske promjene. Zelena infrastruktura doprinosi poboljšanju kvalitete zraka, smanjenju buke, zaštiti voda, smanjenje erozije, smanjenju toplinskih šokova, i općem poboljšanju zdravlja stanovništva.



Slika 98. Grad kao „tvrda i siva“ struktura (a) i grad kao „meko i zelena“ struktura (b)

„Urbano oblikovanje osjetljivo na vodu“ (UOOV) često se miješa s izrazima „Ekološki održivi razvoj (ESD)“ i „Upravljanje vodenim ciklusom“ (WCM). Ova tri pojma su različita, ali suštinski povezana kroz prirodni okoliš u urbanoj sredini i okruženju grada. Ekološki održivi razvoj je opći koncept održivosti koji uvažava okoliš koji osigurava dugoročnu održivost, dok je Urbano oblikovanje osjetljivo na vode koncept prilagođen pitanjima vode u urbanom sustavu.

ESD je ekološka komponenta održivog razvoja koja održava i štiti ekološke procese. UOOV obuhvaća ESD kao primjenu svojih tema u područje urbanog dizajna. UOOV se razmatra u području urbanog dizajna i izgrađene forme grada, integrirajući i štiteći sve aspekte *urbanog ciklusa vode*. Voda hrana i energija su ključni resursi okoliša. UOOV osigurava vodu, sunce, energiju i ponovno korištenje organskog otpada i hranjive tvari (kružno gospodarstvo). Sve su to elementi zelene tranzicije i gradova. Konačni učinak je zaštita biološke raznolikosti voda i okoliša te otpornost grada na klimatske promjene, a to je i cilj ovog Plana.

54. Realizacija projekta urbanog oblikovanja osjetljivog na vodu na području topografskog sliva rijeke Jadro (J. Margeta)

6.6.1 Upoznavanje s projektom i njegovim značajkama

Urbano oblikovanje osjetljivo na vodu je današnji pristup upravljanja vodama u urbanim sredinama prilagođen novim izazovima koje donose klimatske promjene i nesigurna klimatska budućnost. Naime, za učinkovito upravljanja vodama u budućim uvjetima rada nedostaju podaci jer su budući uvjeti načelno nepoznati. Za sada klimatski globalni i regionalni modeli ne daju jasne i pouzdane veličine o klimatskim promjenama na lokalnoj razini kao što je to recimo sliv rijeke Jadro. Zato fleksibilna i lako prilagodljiva rješenja infrastrukture imaju prednost pred čvrstim tradicionalnim infrastrukturama i gradnjama.

Postoje brojni načini za uključivanje UOOV-a u projekt jačanja okoliša radi postizanja definiranih vodenih ciljeva. Strategije ovise o čimbenicima kao što su:

- specifični uvjeti lokacije (npr. topografija, geologija, zemljopisni položaj),
- funkcija i zauzetost prostora (npr. stambeni, poslovni, industrijski),
- ljestvica razvoja ili obnove,
- korištenje i potražnja vode (npr. voda za navodnjavanje zelenog okoliša, industrijska uporaba),
- dostupni izvori vode, uključujući lokalnu klimu (sezonske padavine, evapotranspiracija),
- slivno područje na licu mjesta (krov i površina),
- urbani pejzažni dizajn (arhitektonski i krajobrazni),
- zelene zgrade/objekti i rješenja.

Da bi nastalo inovativno i optimalno rješenje primjenom UOOV koncepta potrebni su podaci i angažman niza disciplina uključujući arhitekta, krajobrazne arhitekta, inženjere, planere, pravnike, osoblje za održavanje i članove lokalne zajednice.

Prednosti primjene koncepta su u različitom tretiranju i korištenju okoliša koje uključuje:

- Bolja i pouzdanija zaštita vode.
- Poboljšana kvaliteta oborinskih voda, i time poboljšana kvaliteta vode u rijeci Jadro i moru Kaštelanskog zaljeva, uvalama i slivovima te u konačnosti zdraviji okoliš.
- Poboljšano stanište i bioraznolikost primjenom vlažnih sredina i drugih prirodnih postupaka obrade vode i zelenih rješenja.
- Smanjene emisije stakleničkih plinova smanjenjem potrošnje vode i povećanjem sakupljanja kišnice i korištenjem prirodnih postupaka pročišćavanja voda.
- Rješavanje problema utjecaja klimatskih promjena, poput poplava i toplinskog otoka.
- Poboljšana kakvoća zraka.

- Sekvencioniranje/potrošnja i skladištenje ugljika.
- Smanjena erozija i transport sedimenta u vode i more.

Urbano okruženje također ima koristi na više načina, uključujući:

- Zamjena cijevi - tvrde infrastrukture prirodnim elementima za odvodnju, poput vlažnih sredina - močvara.
- Poboljšana estetika prostora kroz povećanje vegetacije, vodenih tijela i elemenata i uređenje okoliša.
- „Vidljiva infrastruktura“ koja kombinira funkcionalnost, prirodne elemente i procese.
- Povezano urbano i prirodno okruženje.
- Ublažavanje poplava uslijed infiltracije i usporavanja kretanja vode kroz urbana područja do potoka, rijeka i mora.
- Smanjenje erozije i time gubitka tla, te zaštita voda i tla.

Realizacija koncepta UOOV ujedno realizira dijelom i zeleni grad te pomaže u ostvarenju klimatskih ciljeva.

Kod primjene uzima se u obzir:

- Principi urbanog dizajna osjetljivog na vodu.
- Utjecaji energije i klime.
- Društvena razmatranja i pogledi.
- Troškovi životnog ciklusa.
- Odabir prihvatljive tehnologije metodologijom koja uvažava sve dimenzije održivosti.

Izbor prihvatljivog održivog rješenja je kompromis između različitih ciljeva koja uvažavaju tri osnovne dimenzije održivosti:

- Ekološke probleme: kvaliteta vode, integracija prikupljanja oborinskih voda i spremanja/zadržavanja voda.
- Socijalna pitanja: svijest zajednice, obrazovni potencijal, unutarnji kapacitet i uključenost.
- Ekonomska pitanja: troškovi projekta u odnosu na alternativne projekte te indirektna dobit koja proizlazi uslijed smanjenja štetnih utjecaja na grad i življenje, te klimu.

To je klasični višekriterijski pristup vrjednovanja različitih opcija i izbor prihvatljive opcije nekom od raspoloživih metoda. Postupak je isti i neće se dalje elaborat.

6.6.2 Kreiranje opcija – projektiranje

Kod kreiranja mogućih opcija razmatra se sljedeće:

- **Korak 1.** Utvrditi način na koji će se smanjiti potrošnja vode.
 - Štednja potrošnje je klasična aktivnost. Definira se razina smanjenja koja se želi ostvariti (%).
 - Upravljanje potrebama je druga aktivnost koja se ostvaruje promjenom ponašanja, propisima, primjenom štednih tehnologija i projektiranjem, te smanjenjem gubitaka vode.
- **Korak 2.** Zamjeni potrošnju pitke vode s nekim drugim alternativnim izvorom.
 - Recikliranje i ponovno korištenje je aktivnost koja se danas sugerira.
 - Alternativni izvori su štednja vode; poboljšanje kakvoće oborinskih voda; smanjenje otpadnih voda.
 - Lokalni alternativni izvori su: kišnica, korištenje oborinskih voda, recikliranje vode.
 - Alternativni izvori u širem okolišu: otpadne vode iz regionalnih sustava, oborinske (površinske) vode iz šireg vodnog sustava (vode iz zaleđa), podzemne vode (obnovljivo rudarenje), bočate vode, vode povremenih vodotoka (akumuliranje), itd.
 - Uvažavanje kakvoće vode u urbanom vodnom sustavu.
 - Analiza klasičnog urbanog vodnog sustava.
 - Sive vode i mogućnosti korištenja.
 - Rudarenje otpadnih voda zajedno s rudarenjem nutrijenata i oporabom energije.
 - Recikliranje unutar stambenih i drugih objekata (oborinske i sive vode).
- **Korak 3.** Pročišćavanje oborinske vode prije ispuštanja u vodni okoliš.
 - Definirati željenu kakvoću oborinskih voda ovisno o osjetljivosti prijemnika i/ili korištenja.
 - Pročišćavanje oborinskih voda.
 - Zaštita i utjecaj na podzemne i površinske vode.
- **Korak 4.** Integracija i prilagođavanje zelenim rješenjima i obavezama iz EU zelenog dogovora/plana. Teme i utjecaji koje treba razmotriti su:
 - Jačanje otpornosti na klimatske promjene, a posebno ublažavanje učinaka klimatskih varijabilnosti i ekstrema.
 - Ublažavanje klimatskih šokova/stresa.
 - Jačanje mjera za ostvarenje klimatske neutralnosti.
 - Svježiji zrak, čista voda, zdravo tlo i biološka raznolikost.
 - Renovirane, energetske učinkovite zgrade.
 - Zdrava i pristupačna hrana.
 - Čista energija, itd.
- **Korak 5.** Doprinos provedbi mjera u prioritetnim područjima održivosti gradova i okoliša u slivnom području rijeke Jadro:
 - Poboljšanje kvalitete zraka.
 - Poboljšanje kvalitete i stanja vodnih tijela.
 - Jačanje i zaštita urbane biološke raznolikosti.
 - Napredak prema kružnom gospodarstvu.
 - Smanjenje urbane buke.
 - Smanjenje otpada i recikliranje.

Ključni čimbenici koji se uzimaju u obzir kod procjene alternativa i njihove održivosti su:

- vizualni doživljaj,
- sigurnost,
- potrebno zemljište,
- problematika plavljenja,
- upravljanje ekosustavom,
- integracija s ostalim elementima i mjerama zelenog grada koji treba biti zeleniji, čistiji i zdraviji,
- integracija s prirodnim okolišem (zrak, voda, tlo, priroda).

Treba jasno postaviti ciljeve koji se žele ostvariti; recimo smanjenje potrošnje (20 %) do 2040; smanjenje oduzimanja vode na izvoru (30 %) do 2040., smanjenje vršnih protoka oborinskih voda iz urbanog područja (50 %), pročišćavanje otpadnih voda (95 %) do 2030., recikliranje organskog krutog i tekućeg otpada (80 %) do 2040., povećanje biljne mase u urbanim sredinama (50 %) do 2040., itd. Potom treba razmotriti alternativna rješenja i njihov učinak na sigurnost okoliša i standard življenja.

Postoji više načina kako se upravljački ciljevi mogu ostvariti, a to su između ostalog: uvažavanje okoliša, sekvencioniranje ugljika, smanjenje ispuštanja stakleničkih plinova, uzeti u obzir troškove i utjecaje na okoliša cjelovitog životnog ciklusa, kružno gospodarstvo, hijerarhija otpada, rizik, zelena energija, itd.

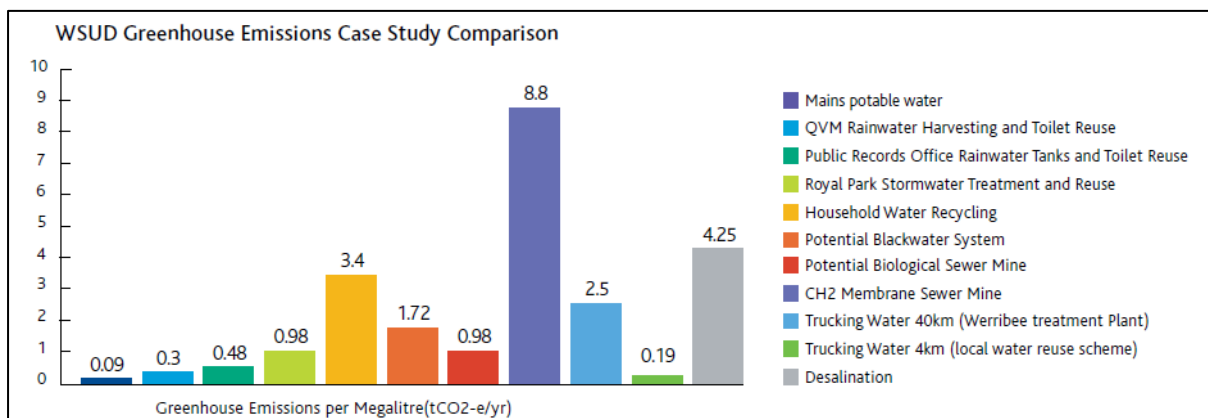
6.6.2.1 Uvažavanje okoliša

Interakcija sa širim okolišem ključna je stavka nakon što je lokacija ocijenjena prikladnom za projekt. Treba procijeniti utjecaj na ljude i prirodni okoliš, recimo metodom cjeloživotnog utjecaja na okoliš (*life cycle assessment* (LCA)). Treba se analizirati rizik od korištenje pročišćenih otpadnih voda, utjecaj na vodni okoliš, problematiku eutrofikacije i kvalitete vode prijemnika, utjecaj na tlo kod navodnjavanja, procjenu kapaciteta tla u odnosu na pročišćene otpadne vode, povećanje kiselosti tla, te druge utjecanje i rizike vezane uz obradu vode. Isto tako se treba analizirati poboljšanje lokalne bilance voda u cilju obnavljanja prirodnih procesa i jačanja biološke raznolikosti, zaštitu od erozije, itd. Posebnu pozornost treba obratiti zaštićenom prirodnom i kulturnom okolišu, povijesnim lokalitetima, objektima i slično. Okoliš treba sagledavati šire.

6.6.2.2 Utjecaj na klimu

Ova tema razmatra emisije stakleničkih plinova različitih projekata urbanog dizajna osjetljivih na vodu (slika 99). Temelji se na primjeni postavljenog okvira za smanjenje stakleničkih plinova postavljenog od strane Grada Solina ili Županije/države. Koristi najbolju industrijsku praksu i relevantne državne programe i propise. Treba uzeti u obzir potrošnju energije, procese biološke razgradnje i emisije vezane energije. Treba prije svega izbjeći ispuštanje stakleničkih plinova, zatim smanjenje ispuštanja, potom uporabu bio plina te na kraju prodaju. Smanjenje ispuštanja se ostvaruje i smanjenjem potrošnje vode i gubitaka, smanjenjem organskih tvari u vodi, dobrim izborom tehnologije obrade i pročišćavanja voda i povećanjem efikasnosti rada sustava. Gdje je moguće treba koristiti energiju iz

urbanog vodnog sustava za proizvodnju zelene energije, tlak iz vodoopskrbnog sustava i bio plin od obrade mulja.



Slika 99. Usporedba emisija iz pojedinih opcija i aktivnosti

Treba razmotriti i uvažiti pozitivne učinke zelenih rješenja na povećanje biljne mase u naseljima i time smanjenje koncentracije ugljika te poboljšanje kvalitete zraka i smanjenje temperature okoliša.

6.6.2.3 Uvažavanje i integriranje s tranzitnim vodama iz okoliša

UOOV se mora integrirati sa širim prirodnim okruženjem, a posebno s vodama s kojima graniči (more) ili s onima koje protječu stalno (rijeka Jadro) ili povremeno kroz urbanu sredinu (bujice). Ključne varijable su male vode, velike vode, ekstremi (suše i poplave) i ekstremna stanja razine mora. Regionalna i lokalna zaštita od suša, poplava i ekstremnih stanja razine mora se mora uvažiti kod rješavanja/oblikovanja UOOV, te obrnuto kod definiranja regionalnih rješenja zaštite od poplava i suša. To se posebno odnosi na prijelazne vode, ušće i obalno more rijeke Jadro. Na prostoru niskih obala oko ovih vodnih cjelina utvrđena je umjerena opasnost od poplava uzrokovanih klimatskim promjenama. Poplave ne bi smjele trajno ugroziti funkcioniranje zelene infrastrukture niti dovesti do povećanja opasnosti od poplava zajedničkim djelovanjem, već obrnuto zaštititi grad i infrastrukturu. Zelena rješenja zajedno s regionalnim rješenjima moraju odgovarajućim mjerama ublažiti prijetnje od poplava na svim rubnim dionicama slatkih i slanih voda (zadržavanjem vode u slivu, gradnjom obrambenih građevina, smanjenjem valova, odmakom i rješenjima uređenja poplavno ugroženih zona). To su zone koje se rješavaju posebnim projektima uređenja prostora u skladu s klimatskim prijetnjama. Utjecaj velikih voda bujica iz zaleđa obala mora se mjerama zadržavanja i usporavanja kretanja vodnog vala (pošumljavanje, retenciranje i akumuliranje voda) mogu bitno smanjiti i tako zaštititi urbanu sredinu ali i zelenu infrastrukturu u području grada. Prikupljena i zadržana voda će jačati zelenu infrastrukturu u sušnom periodu godine. Rješavanjem problema velikih voda treba obuhvatiti i rješavanje problema erozije terena i korita bujica. To se rješava sličnim mjerama kao i velike vode (pošumljavanje, zadržavanje vode i nanosa i slično). Sve navedeno su teme integralnog upravljanja vodnim resursima sliva rijeke Jadro (tablica 31).

5.4.2.4 Troškove životnog ciklusa (LCC)

Ekonomska analiza projekta urbanog dizajna osjetljivog na vodu mora uzeti u obzir ukupne troškove zajednice. Pristup obračuna troškova životnog ciklusa uzima u obzir ukupne troškove tijekom trajanja projekta (numerički mjerljive i nemjerljive). Treba uzeti u obzir životni vijek rješenja, troškove gradnje, instalacija, rada, radne snage, održavanja, redovne zamjene istrošenih komponenti, troškove razgradnje. Koriste se razne metode i alati koji su standardizirani (ISO).

6.4.2.5 Procjena rizika

Primjena urbanog projektiranja osjetljivog na vodu uzrokuje i rizike u odnosu na javno zdravstvo, okoliš, ekonomiju (turizam), financije, zaštitu povijesnih spomenika i lokaliteta i institucije. Zato treba već kod planiranja utvrditi rizik za zdravlje ljudi, biljke i životinje, financije i ekonomiju, rejting i reputaciju. Sve potencijalne rizike treba analizirati u suradnji s dionicima i javnosti koja mora biti s njima upoznata. Primjenjuju se uobičajene procedure ocjene rizika i utjecaja na okoliš (LCA) i šire.

6.4.2.6 Dizajniranje i odobrenje projekta

Urbano projektiranje osjetljivo na vodu se treba integrirati u projektiranje i izgradnju različitih urbanih lokacija, uzimajući u obzir odobrenja/dozvole i pitanja usklađenosti s okolišem i lokalnim i regionalnim projektima integralnog upravljanja vodama. UOOV je sastavni dio zelenog grada (koncept LID) i preduvjet za njegovo ostvarenje, ali i integralnog upravljanja vodama sliva rijeke Jadro. Odgovori na tehnička pitanja tehničkog projektiranja i izgradnje mogu se pronaći u prikladnoj literaturi, kao što je rješenje prikazano na slici 100.

Velika prednost ovog koncepta je u tome što se može realizirati postepeno, kroz manje projekte unutar urbanih sredina. To znači da se sve može lakše organizirati, provesti i financirati. Normalno, to se ne odnosi na velike regionalne projekte kao što su to obrana od poplava uzrokovanih velikim vodama rijeke Jadro i visokim razinama mora. To su posebni specifični projekti s kojima se zelena rješenja harmoniziraju radi ostvarenja boljih rezultata. Isto se odnosi na bujične vode, upravljanje sušama, erozijom i kakvoćom voda.

Primjenom koncepta UOOV omogućava se proširenje i jačanje otvorenih prostora grada, koridora zaštite prirodnog okoliša i rekreacijskih sadržaja. Važno je predvidjeti otvorene prostore uz prirodne drenažne tokove, uzeti u obzir zaštitu i jačanje prirodnih značajki voda i drugih okolišnih vrijednosti, te korištenjem otvorenih prostora povezati javne i privatne površine te ponašanje zajednice. Ulice, položaj i pad igraju važnu ulogu u rudarenju oborinskih voda i ublažavanju prijetnji od poplava i erozije tla. Ulice su izvor onečišćenja okoliša zbog sedimenta, teških metala i niza drugih štetnih tvari koje se talože na njihovim površinama. Zato je poželjno ulice projektirati ili dograditi tako da se površinsko otjecanje usmjeri na lokacije gdje se vode prirodnim procesima pročišćavaju. U tom smislu je potrebno definirati ekološki najprihvatljivije forme naselja, one koje imaju najveći pozitivni učinak na čisti okoliš i zdravlje ljudi, ekonomske aktivnosti i zaštitu vrijednih kulturnih i povijesnih lokaliteta.

Postoji cijeli niz rješenja koja se mogu koristiti. Treba odabrati ona koja su najučinkovitija u lokalnoj sredini vodeći računa o korištenju prostora, klimi, značajkama tla, i prijemnika te interakciji sa širim

okruženjem, te prekograničnim prirodnim i društveno-ekonomskim procesima. To je posebna tema i poglavlje Plana.

Područja rijetke izgradnje su najpovoljnija za primjenu zelenog koncepta. Ona omogućavaju smanjenje količina oborinskih voda i pročišćavanje oborinskih voda i površinskih voda okućnice, smanjenje onečišćenja zraka, voda i tla, zaštitu od poplava, suša i erozije. Uz to omogućavaju korištenje kišnice, učinkovitost i smanjenje lokalne potrošnje vode, te recikliranje sive vode. Zelenim rješenjima se eliminira u najvećem dijelu gradnja sivih rješenja odvodnje oborinskih voda. U slučaju kolektivne gradnje i zgrada može se također primijeniti upravljanje potrebama, korištenje sivih voda za ispiranje nužnika i druge opcije te primjena zelenih rješenja u odvodnji površinskih voda u kombinaciji s unapređenjem estetskih i rekreativnih značajki urbanog okoliša. Rješenja treba integrirati sa zelenom gradnjom (gradom) i rješenjima LID urbanizma radi jačanja otpornosti na klimatske promjene i zaštitu ljudi i okoliša u cjelini, te ostvarenje zdravog i sigurnog življenja. U ovom slučaju nužna su siva rješenja i mjere za incidentne situacije, ali znatno manjih kapaciteta nego inače. Još šira integracija se provodi s mjerama koje proizlaze iz Europskog zelenog dogovora – Plana (*European Green Deal*), a to podrazumijeva pametniju, bržu i cjelovitiju prilagodbu.

6.6.2.7 Održavanje infrastrukture UOOV-a

Jedna od komponenti realizacije projekta je i održavanje projekata urbanog dizajna osjetljivog na vodu. S obzirom na procese i karakteristike komponenti koje se koriste u pojedinim rješenjima održavanje je specifično, a svodi se na održavanje projektiranih funkcija zelenih rješenja.

Aktivnosti održavanja moraju osigurati sigurnost radnika i ne trebaju zahtijevati izravan kontakt sa zagađivačima i drugi izdvojenim materijalom. Uobičajene aktivnosti održavanja u mnogim sustavima UOOV-a uključuju:

- Hortikulturene aktivnosti (suzbijanje korova i orezivanje) za održavanje zdravlja za sada.
- Uklanjanje smeća i krhotina.
- Presađivanje vegetacije (ako je u stilu vrtnog uzgoja).
- Košenje trave ako postoji travnjak (obično u močvarama).
- Suzbijanje eutrofikacije i algi.
- Suzbijanje nametnika i bolesti.
- Sprječavanje rasta korijena u odvodnim cijevima.
- Ispuštanje vode kako bi se izbjegla začepjenja, lokve ili nepotrebno otjecanje taloga.
- Čišćenje i obnavljanje površine filtarskog medija radi održavanja učinkovitosti tretmana.
- Vizualne provjere nakon oborina radi provjere infiltracije su vrlo učinkovite.
- Odlaganje čvrstog otpada.
- Održavanje pumpi.

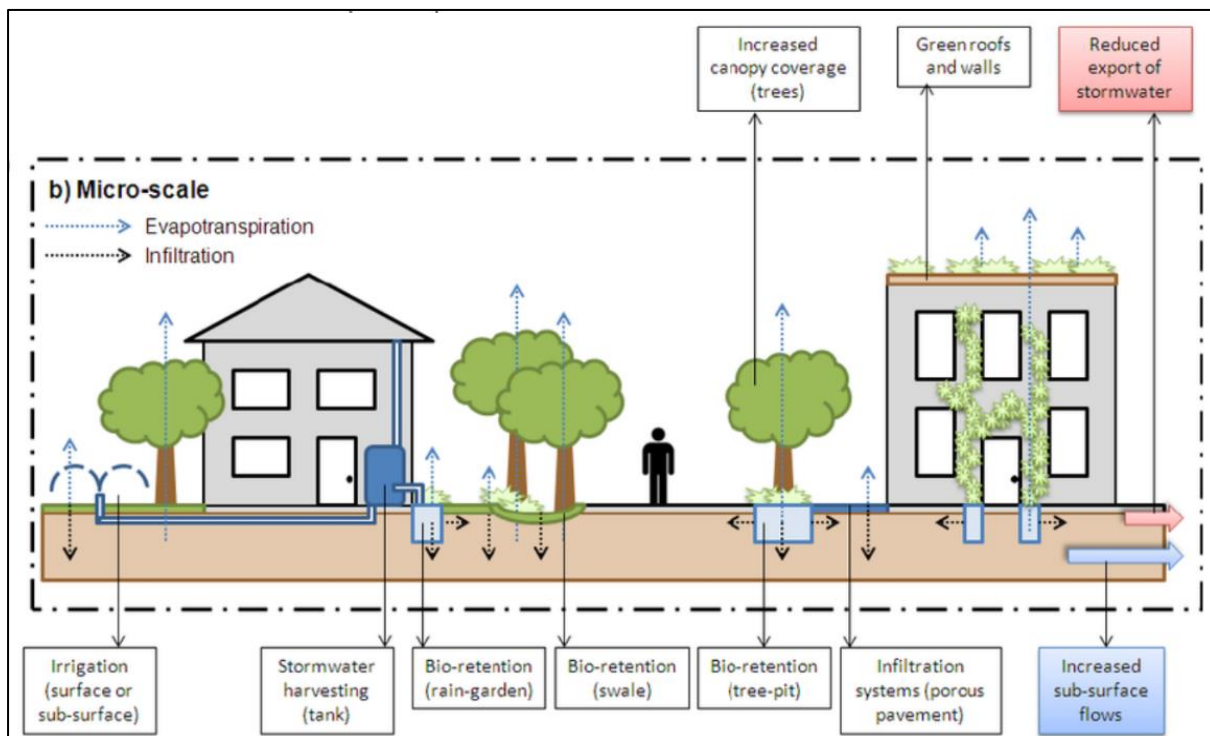
Tijekom životnog vijeka projekta-rješenja razina održavanja varira što također treba uzeti u obzir kod izbora rješenja. Održavanje je slično kao kod zelenih ulica, zgrada i drugih građevina (zeleni grad) te se može zajednički provoditi i objediniti i tako racionalizirati.

6.6.3 Pregled mogućih rješenja, korisnika i primjene

Pregled rješenja, zadataka i korisnika dan je u tablici 32 i na slikama od 100 do 105., dok su u tablici 33 prikazani elementi urbanog dizajna osjetljivog na vodu i ključni elementi za njihov odabir.

Tablica 32. Pregled rješenja i zadataka po korisnicima

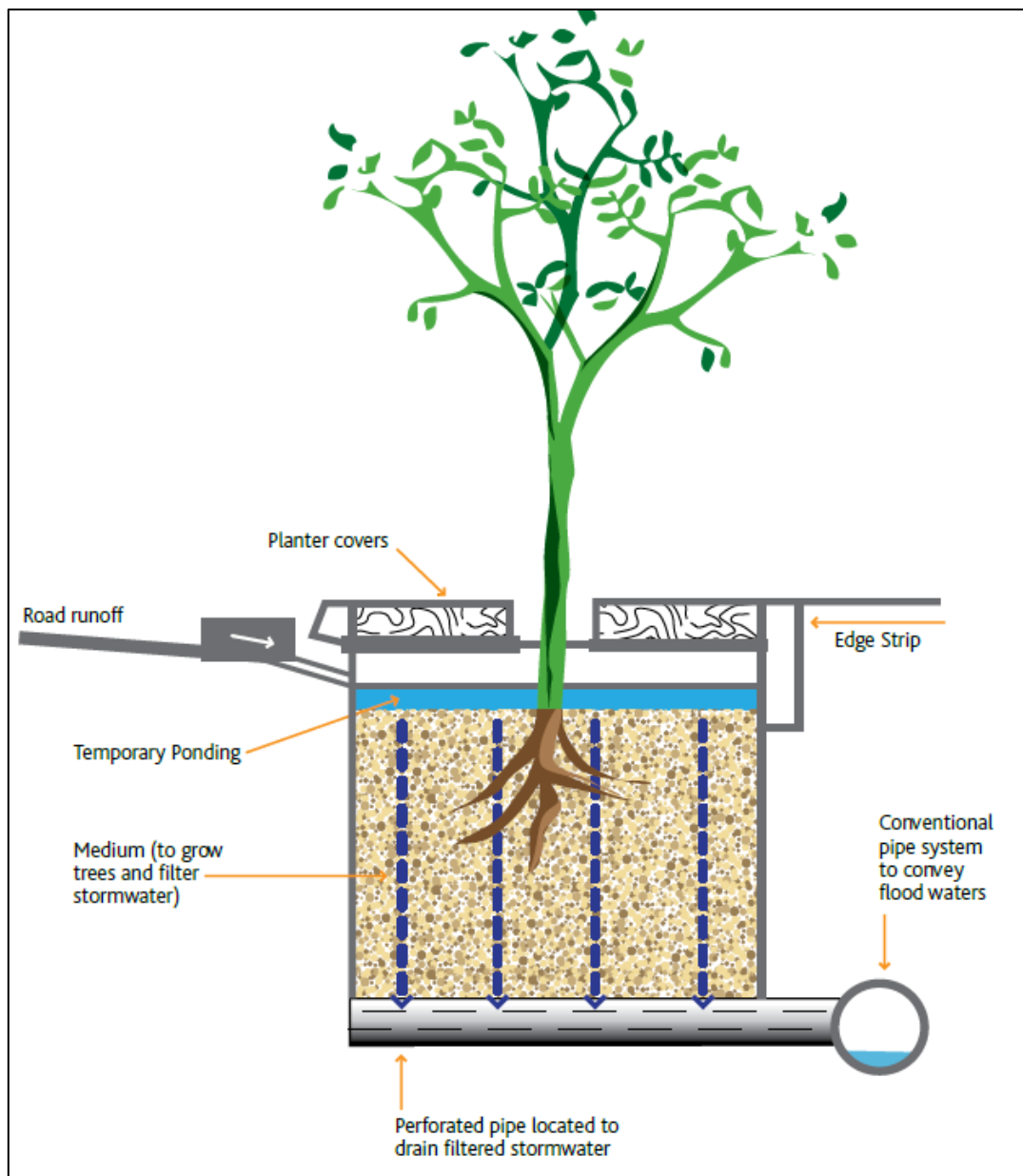
Korisnici	Rješenje i zadaci
Domaćinstva	Kuće osjetljive na vodu
	Spremnici kišnice za kućanstvo
	Određivanje veličine spremnika za kišnicu
	Porozno popločavanje
Planeri, arhitekti, inženjeri	Izgled mjesta i uređenje okoliša
	Inicijative za očuvanje vode
	Sanacija otjecanja
	Spremnici za kišnicu
	Sakupljači onečišćenja
	Taloženje i taložnici
	Retencije i jezera
	Biljni rigoli/slivnici i tampon zone
	Kišni vrtovi
	Kišne jame uz stabla
	Močvare s površinskim tokom vode
	Močvare podzemnim tokom vode
	Biološki procesi sa suspendiranim rastom bakterija
	Biološki procesi fiksnim rastom bakterija
	Filter za recirkulaciju medija
	Pješčani filtri i dubinsko filtriranje
	Membrane
Dezinfekcija	



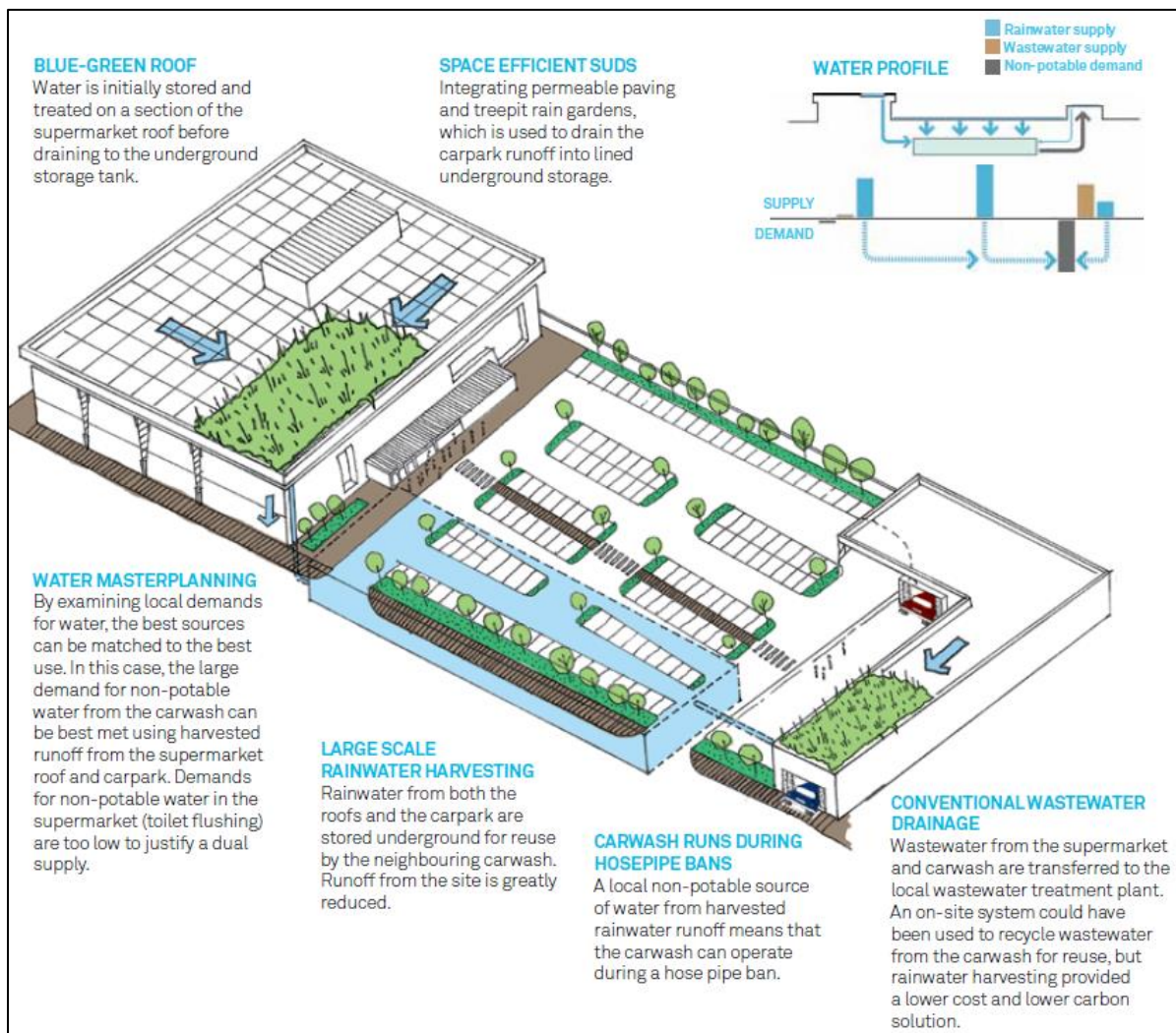
Slika 100. Elementi urbanog dizajna osjetljivog na vodu
 (<https://www.melbournewater.com.au/sites/default/files/South-Eastern-councils-WSUD-guidelines.pdf>)



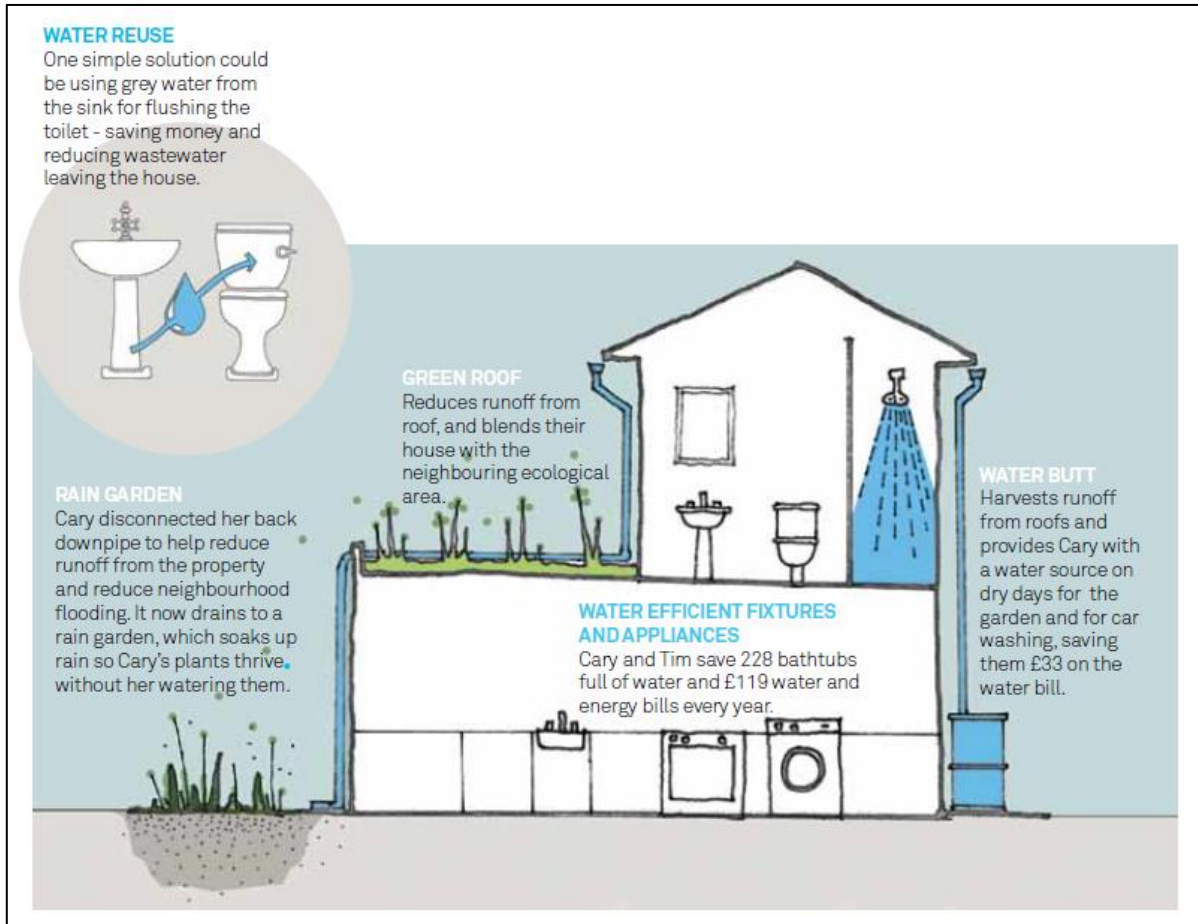
Slika 101. Elementi za skupljanje oborinske vode s prometnih i javnih površina: infiltracijski jarak (lijevo), infiltracijska jama (desno) (<https://www.melbournewater.com.au/sites/default/files/South-Eastern-councils-WSUD-guidelines.pdf>)



Slika 102. Element za skupljanje oborinske vode s prometnih i javnih površina: infiltracijska jama
 (<https://www.melbournwater.com.au/sites/default/files/South-Eastern-councils-WSUD-guidelines.pdf>)



Slika 103. Primjeri rješenja za velike poslovne ili javne objekte (trgovačke centre, tržnice, domove zdravlja, škole): zeleni krovovi – višak ide u podzemnu retenciju; parkiralište s bioretencijama/infiltracijama preko kojih se višak voda (pročišćen) slijeva u podzemnu retenciju/spremnik; spremnik za vodu ispod parkirališta; korištenje vode iz spremnika za praonicu automobile (<https://www.melbournwater.com.au/sites/default/files/South-Eastern-councils-WSUD-guidelines.pdf>)

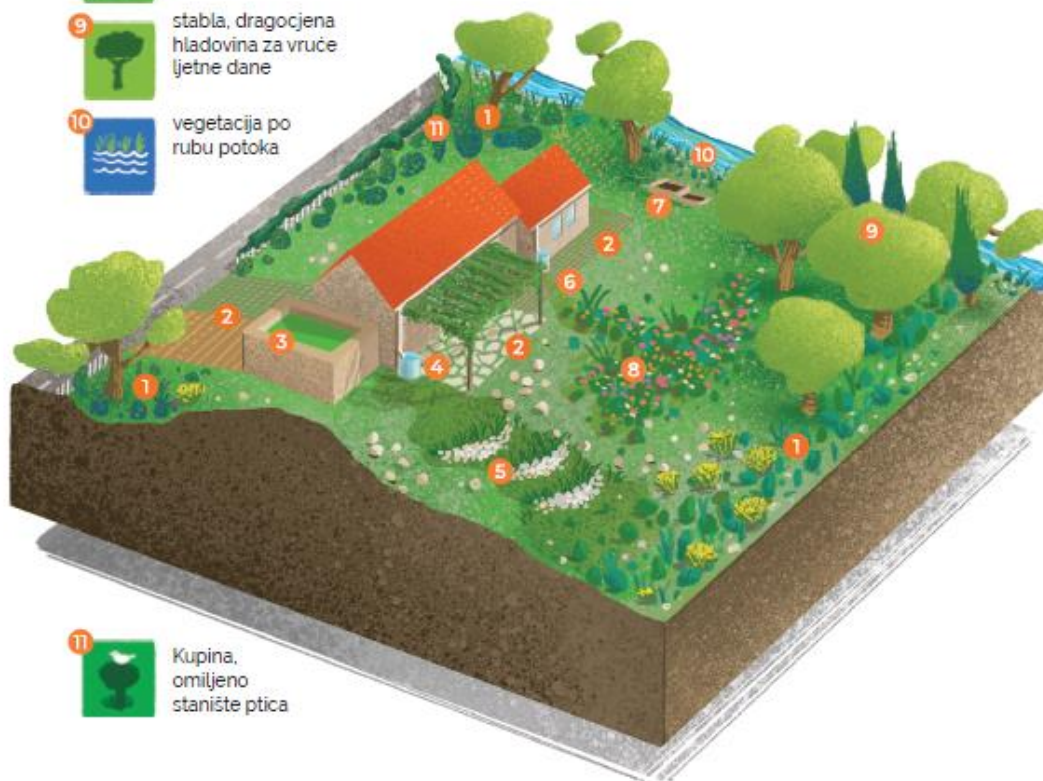


Slika 104. Primjeri rješenja za obiteljske kuće: spremnici kišnice, zeleni krovovi, porozno popločavanje, uređenje okoliša – kišni vrtovi, korištenje kućanskih aparata koji štede vodu
 (<https://www.melbournwater.com.au/sites/default/files/South-Eastern-councils-WSUD-guidelines.pdf>)

- 1 samoniklo zelenilo u dijelu vrta
- 2 vodopropusni pokrovi za staze
- 3 zeleni krov
- 4 prikupljanje kišnice
- 5 vrtne ustave i brane
- 6 koridori za prolaz kišnice
- 7 alternativa njegovanom travnjaku (prilog 1.)
- 7 vrtno kompostište
- 8 kišni vrt
- 9 stabla, dragocjena hladovina za vruće ljetne dane
- 10 vegetacija po rubu potoka

Danas se u svijetu koristi niz različitih rješenja koja se na prikladan način integriraju u uređenje vrta/okućnice, a sve prema potrebi i željama vlasnika. Rješenje Vašeg posjeda može uključivati:

- Pojas filteracijskih površina koje smanjuju dotjecanje i zadržavanje vode oko kuće. Ta se rješenja mogu koristiti na mjestima ispuštanja krovnih voda u dvorišta ili na svim mjestima gdje voda iz okolnog prostora može dotjecati na Vašu parcelu ili se voda na parceli zadržava.
- Površinske depresije/jezerca za privremeno zadržavanje površinske vode prije nego što ista ispari u atmosferu, infiltrira u tlo ili je biljke potroše.



Slika 105. Primjeri rješenja za obiteljske okućnice (<https://adriadapt.eu/wp-content/uploads/2021/05/Adriadapt-Sto-mogu-gradani.pdf>)

Tablica 33. Elementi urbanog dizajna i način njihovog odabira

Korisnik	Rješenje	Oborinske vode		Otpadne vode	Estetske značajke	Tip primjene			
		Kakvoća	Retencije			Mali	Umjeren	Velik	Prostran
Domaćinstvo	Kuće osjetljive na vodu	-	-	-	-	•			
	Spremnici kišnice za kućanstvo	√	√	-	-	•			
	Porozno popločavanje	√	√	x	x	•	•	•	•
	Izgled mjesta i uređenje okoliša	√	√	x	x	•	•	•	
Planeri, arhitekti, inženjeri	Inicijative za očuvanje vode	-	-	-	-	•			
	Sanacija plovnih putova	√	x	x	√		•	•	•
	Spremnici za kišnicu	√	x	x	x		•	•	•
	Sakupljači onečišćenja	√	√	x	√?		•	•	•
	Taloženje i taložnici	√	√	√?	√	?	•	•	•
	Retencije i jezera	√	√	-			•	•	•
	Biljni rigoli/slivnici i tampon zone	√	x	x	√	•	•	•	•
	Kišni vrtovi	√	x	x	√	•	•	•	•
	Kišne jame uz stabla	√	x	x	√		•	•	•
	Močvare s površinskim tokom vode	√	√	√?	√		?	•	•
	Močvare podzemnim tokom vode	√?	√?	√?	√	•	•	•	
	Biološki procesi sa suspendiranim rastom bakterija	x	x	√	x	?	•	•	•
	Biološki procesi fiksnim rastom bakterija	x	x	√	x	?	•	•	•
	Filter za recirkulaciju medija	x	x	√	x	?	•	•	
	Pješčani filtri i dubinsko filtriranje	x	x	√	x	?	•	•	
	Membrane	x	x	√	x	?	•	•	•
	Dezinfekcija	x	-	√	x	?	•	•	•

√ = Primarna namjena; √ ? = Neki utjecaji, ali nije primarna primjena; ? = moguća primjena; - = ne primjenjuje se, • = primjenjuje se; x = ne doprinosi

Kao što se vidi iz prethodne tablice 32, UOOV se klasificira prema korisnicima i tipu aplikacije, a što je dano u tablici 34.

Tablica 34. Klasifikacija UOOV dizajna

Tip aplikacije	Korisnici	Razvojni projekt
Mali	Domaćinstvo	Stanovanje
Umjereni	Investitori Arhitekti <i>Landscape</i> arhitekti Inženjeri	Blokovi ili miješana gradnja
Veliki	Investitori Arhitekti Arhitekti hortikulture Inženjeri	<i>Green fields</i> <i>Brown fields</i> Velika područja sanacije Komercijalna i industrijski razvoj
Prostrani	Javne ustanove Planeri Projektanti Inženjeri	Parkovi, otvoreni prostori, vrtovi, javni trgovi i slično
Posebno zaštićena područja	Javne ustanove Planeri Projektanti Inženjeri	Zaštita lokaliteta i objekata kulturnog i povijesnog nasljeđa (Salona, Šuplja crkva, Manastirine, itd.), te staništa i krajobraznih lokaliteta

Elementi urbanog dizajna osjetljivog na vodu doprinose ostvarenju postavljenih ciljeva u skladu sa zadacima integralnog upravljanja vodama u riječnom bazenu rijeke Jadro ali na izgrađenom području sliva, odnosno pametnom razvoju s malim utjecajem na okoliš (LID). Njihov doprinos je specifičan ali kao rezultat u konačnosti doprinosi jačanju opskrbe vodom, zaštite kakvoće vode, obnovi ekosustava i prirodnih staništa, upravljanju poplavama, kontroli erozije zemljišta, smanjenju ispuštanja stakleničkih plinova, te poboljšanju kvalitete življenja, zdravlje i sigurnost urbanog okoliša i provedbi mjera prilagodbe klimatskim promjenama u cijelom slivu rijeke Jadro. Znači učinak je ne samo lokalni, već regionalni i globalni, a što je i zadatak projekta. Veza pojedinih rješenja, ciljeva i zadataka prikazuje se u narednoj tablici 35.

Tablica 35. Relevantna rješenja i zadaci strategije urbanog dizajna osjetljivog na vodu

Strategije urbanog dizajna osjetljivog na vodu	Zadaci strategije urbanog dizajna osjetljivog na vodu													
	1.Opskrba vodom		2.Zaštita voda		3.Ekosustavi i staništa		4.Upravljanje poplavama		5.Standard življenja		6.Klimatske promjene			
Za domaćinstva	O-1		Z-1	Z-2	S-1	S-2	U-1	U-2		Ž-1	Ž-2	K-1	K-2	K-3
Kuće osjetljive na vodu	√		√	√	√	√	√	√		√	√	√	√	√
Spremnici kišnice za kućanstvo	√				√		√	√		√	√	√		√
Porozno popločavanje			√	√	√		√			√				√

Izgled mjesta i uređenje okoliša			✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Za planere, arhitekte, inženjere														
Inicijative za očuvanje vode	✓		✓	✓	✓		✓			✓	✓		✓	✓
Spremnici za kišnicu	✓				✓		✓				✓		✓	✓
Sakupljači onečišćenja			✓	✓	✓						✓			✓
Taloženje i taložnici			✓	✓	✓						✓			✓
Retencije i jezera	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓
Biljni rigoli/slivnici i tampon zone	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓
Kišni vrtovi	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓
Kišne jame uz stabla	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓
Močvare s površinskim tokom vode	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓
Močvare podzemnim tokom vode	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓
Biološki procesi sa suspendiranim rastom bakterija			✓	✓							✓	✓		✓
Biološki procesi fiksnim rastom bakterija			✓	✓							✓	✓		✓
Filter za reciklaciju medija	✓		✓	✓							✓	✓		✓
Pješčani filtri i dubinsko filtriranje			✓	✓							✓	✓		✓
Membrane			✓	✓							✓	✓		✓
Dezinfekcija			✓	✓							✓	✓		✓

Sažetak

UOOV je sastavni dio aktivnosti za realizaciju zelenog grada, te aktivnosti upravljanja vodama riječnog bazena Jadrana (hidrološki i topografski sliv). Realizacija mjera UOOV-a je koncentrirana na urbana područja koja su, kako smo utvrdili, glavni generator promjena stanja voda i procesa u području rijeke Jadro i Kaštelanskog zaljeva. Zato je realizacija UOOV najveći prioritet koji je u nadležnosti lokalne zajednice. Realizacija mjera UOOV direktno doprinosi zaštiti i jačanju otpornosti od klimatskih promjena i smanjenju sadašnjih negativnih trendova koji ugrožavaju prirodni okoliš, zdravlje i sigurnost življenja i u konačnosti održivi razvoj.

Akcijskim planom predviđeni projekti i mjere doprinose jačanju otpornosti u odnosu na klimatske hazarde kao što su to: suše (sezonske i stalne), poplave (urbane, regionalne, obalne), olujno nevrijeme i ekstremne vremenske varijabilnosti, toplinski valovi, rast razine mora, erozija tla i obala i gubitak zemljišta, onečišćenje zraka na cijelom području rijeke Jadro.

Prema prethodno izvedenim ciljevima, prioritetima i predloženim strategijama, razradile su se mjere i aktivnosti. Time se osiguralo ostvarenje ciljeva odnosno ostvarenje vizije budućeg stanja prostora sliva rijeke Jadro. **Težište je stavljeno na vode kao važni prirodni resurs ovog prostora na koji klimatske promjene imaju veliki utjecaj, te kvalitetu života.** Naselja i gradovi u slivu rijeke Jadro Solin, Klis, Dugopolje i drugi su sastavni dio aglomeracije Split-Solin. To znači da se problematika upravljanja urbanim otpadnim vodama i vodoopskrbom rješava prvenstveno na razini aglomeracije, a ne po pojedinim naseljima. Međutim, to se ne odnosi na primjenu mjera UOOV koje su usko vezane za pojedina naselja.

Mjere i aktivnosti su se grupirale u prioritete. Prostorni obuhvati mjera definiraju su prema glavnim cjelinama sliva rijeke Jadro: glavni tok rijeke s obalnim morem, topografski sliv i hidrološki sliv. Po tim cjelinama su određeni prioriteti u provođenju tj. hijerarhija projekata (i) hidrološki sliv, (ii) topografski sliv, te (III) glavni tok rijeke i obalno more.

Kako hidrološki sliv obuhvaća topografski sliv, tako mjere definirane za područje hidrološkog sliva obuhvaćaju i područje topografskog sliva i same rijeke, ali na teme koje razmatraju vodne resurse kao cjelinu, jedan sustav. Specifični problemi koji su vezani uz pojedine urban sredine su odvojene teme integrirane u širi vodni sustav, a vrijedi i obrnuto a to je da su mjere UOOV sastavni dio mjera šireg sliva.

Detaljni opis prioriteta, mjera i aktivnosti navodi se u sljedećem poglavlju 6.7.

55. Akcijski plan (M.Baučić, A.Grgić, H.Bartulović)

Prema prethodno izvedenim ciljevima, prioritetima i predloženim strategijama, razradile su se mjere i aktivnosti. Time se osiguralo ostvarenje ciljeva odnosno ostvarenje vizije budućeg stanja prostora sliva rijeke Jadro. **Težište je stavljeno na vode kao važni prirodni resurs ovog prostora na koji klimatske promjene imaju veliki utjecaj, te kvalitetu života.** Naselja i gradovi u slivu rijeke Jadro Solin, Klis, Dugopolje i drugi su sastavni dio aglomeracije Split-Solin. To znači da se problematika upravljanja urbanim otpadnim vodama i vodoopskrbom rješava prvenstveno na razini aglomeracije, a ne po pojedinim naseljima. Međutim, to se ne odnosi na primjenu mjera UOOV koje su usko vezane za pojedina naselja.

Mjere i aktivnosti su se grupirale u prioritete. Prostorni obuhvati mjera definiraju su prema glavnim cjelinama sliva rijeke Jadro: glavni tok rijeke s obalnim morem, topografski sliv i hidrološki sliv. Po tim cjelinama su određeni prioriteti u provođenju tj. hijerarhija projekata (i) hidrološki sliv, (ii) topografski sliv, te (iii) glavni tok rijeke i obalno more.

Kako hidrološki sliv obuhvaća topografski sliv, tako mjere definirane za područje hidrološkog sliva obuhvaćaju i područje topografskog sliva i same rijeke, ali na teme koje razmatraju vodne resurse kao cjelinu, jedan sustav. Specifični problemi koji su vezani uz pojedine urban sredine su odvojene teme integrirane u širi vodni sustav, a vrijedi i obrnuto a to je da su mjere UOOV sastavni dio mjera šireg sliva.

Detaljni opis prioriteta, mjera i aktivnosti slijedi.

56. Cilj 1: Očuvani prirodni okoliš i čiste vode

PRIORITET 1.1 Obnavljanje i čuvanje prirodnog okoliša u slivu

Mjera 1.1.1. Obnavljanje, čuvanje i proširenje kopnenih i vodenih ekosustava i njihove bioraznolikosti (obuhvat: hidrološki sliv)

Aktivnosti:

1.1.1.1. Napraviti snimak stanja ekosustava i definirati zone za sanaciju od postojećeg onečišćenja i drugih devastacija te definirati zone za renaturalizaciju

1.1.1.2. Sanirati devastirane predjele i renaturalizirati dijelove sliva (npr. pošumljavanje opožarenih površina, pošumljavanje duž prometnica, renaturalizacija korita rijeke i pritoka)

1.1.1.3. Provoditi mjere za smanjenje rizika od požara i erozije tla

1.1.1.4. Jačati kapacitete snaga za obranu od požara

1.1.1.5. Uspostaviti novi sustav (ili proširiti postojeće i integrirati ih) za praćenje stanja kopnenih i vodenih ekosustava i bioraznolikosti u slivu

1.1.1.6. Promicati za okoliš neškodljiv razvoj gospodarstva i urbanih prostora (npr. "zeleni grad", "pametni razvoj")

1.1.1.7. Promicati za okoliš neškodljivu poljoprivredu

1.1.1.8. Procijeniti ekonomski i razvojni potencijal biološkog okoliša u svjetlu klimatskih promjena

Mjera 1.1.2. Obnavljanje, čuvanje i proširenje staništa za zaštićene i ugrožene vrste (obuhvat: topografski sliv)

Aktivnosti:

1.1.2.1. Kontrolirati provedbu mjera na zaštićenim dijelovima toka rijeke Jadro (npr. zabrana ribolova, bacanje otpada i dr.)

1.1.2.2. Osigurati biološko-ekološke protoke u rijeci Jadro u sušnim razdobljima

1.1.2.3. Predložiti nova područja za zaštitu i nove/dopunjene mjere u svjetlu klimatskih promjena

PRIORITET 1.2 Osiguranje vode, poboljšanje kvalitete i načina korištenja vode

Mjera 1.2.1. Osiguranje potreba za vodom (obuhvat: hidrološki sliv)

Aktivnosti:

1.2.1.1. Napraviti detaljni katastar voda i vodnih cjelina za područje hidrološkog sliva

1.2.1.2. Uspostaviti sustav za praćenje vodonosnog kapaciteta u slivu

1.2.1.3. Istražiti alternativne izvore vode i njihovu implementaciju uključiti u razvojne planove i projekte

Mjera 1.2.2. Poboljšanje kvalitete vode u slivu (obuhvat: hidrološki sliv)

Aktivnosti:

1.2.2.1. Uspostaviti praćenje kvalitete vode na izvoru i u vodonosniku

1.2.2.2. Istražiti uzroke sadašnjeg povećanog onečišćenja i mutnoće vode na izvoru te predložiti mjere za poboljšanje

Mjera 1.2.3. Povećanje efikasnosti korištenja voda (obuhvat: hidrološki sliv)

Aktivnosti:

1.2.3.1. Smanjiti gubitke u vodoopskrbnom sustavu

1.2.3.2. Implementirati mjere štednje vode, recikliranja otpadnih voda te korištenja kišnice u naseljima, gospodarstvu i poljoprivredi

PRIORITET 1.3 Zaštita voda sliva od onečišćenja

Mjera 1.3.1. Zaštita voda sliva od onečišćenja otpadnim vodama (obuhvat: hidrološki sliv)

Aktivnosti:

1.3.1.1. Izgraditi cjeloviti sustav odvodnje i pročišćavanja komunalnih otpadnih voda (sustav treba obuhvatiti sva naselja u hidrološkom slivu)

1.3.1.2. Redovito kontrolirati sustave odvodnje otpadnih voda na istjecanja

1.3.1.3. Sanirati postojeće stare sustave odvodnje otpadnih voda koji propuštaju otpadnu vodu u okoliš ili imaju nedovoljni kapacitet, a otpadnu vodu pročistiti prije ispuštanja u recipijent

1.3.1.4. Implementirati prikladna individualna rješenja zbrinjavanja kućanskih otpadnih voda

1.3.1.5. Zbrinjavati mulj i taloge iz septičkih jama s mogućnošću energetske uporabe

1.3.1.6. Povećati energetska učinkovitost sustava odvodnje otpadnih voda

Mjera 1.3.2. Zaštita voda sliva od onečišćenja oborinskim vodama (obuhvat: hidrološki sliv)

Aktivnosti:

1.3.2.1. Izraditi katastar postojećeg sustava

1.3.2.2. Utvrditi zone bez sustava / nedovoljnog kapaciteta odvodnje te utvrditi uzroke i potrebne projekte

1.3.2.3. U planiranje ukomponirati i urbani dizajn osjetljiv na vode te plan razvoja zeleno-plave infrastrukture s ciljem smanjenja volumena voda koje treba evakuirati te očuvanja prirodnih procesa i pročišćavanja vode kroz procese infiltracije

1.3.2.4. Pošumiti tampon zone na regionalnim i lokalnim prometnicama radi ograničavanja širenja onečišćenja te graditi zelene slivnike duž prometnica za pročišćavanje

1.3.2.5. Pošumiti sliv i stvarati tampon zone prema ponorima i mjestima brze infiltracije površinskih voda u podzemlje

Mjera 1.3.3. Zaštita voda sliva od onečišćenja otpadom i drugim izvorima onečišćenja (obuhvat: hidrološki sliv)

Aktivnosti:

1.3.3.1. Implementirati postojeći Plan zbrinjavanja krutog otpada i obveza proizašlih iz relevantnih propisa

1.3.3.2. Sanirati divlja odlagališta i lokacije napuštenih industrijskih i infrastrukturnih postrojenja

1.3.3.3. Izmjestiti odlagališta, ukinuti postojeća odlagališta na području sliva

1.3.3.4. Ukinuti planirana eksploatacijska polja u posebno osjetljivim zonama

1.3.3.5. Kontrolirati primjenu mjera zaštite od onečišćenja na uređenim odlagalištima, u eksploatacijskim poljima sirovina, industrijskim postrojenjima i dr.

1.3.3.6. Kontrolirati provedbu mjera propisanih u zonama sanitarne zaštite izvora

1.3.3.7. Kontrolirati upotrebu zaštitnih sredstava i gnojiva u poljoprivredi

57. Cilj 2: Izgrađena područja otporna na klimatske promjene

PRIORITET 2.1 Implementacija održivih urbanih rješenja

Mjera 2.1.1. Primjena urbanog dizajna osjetljivog na vode (obuhvat: topografski sliv)

Aktivnosti:

2.1.1.1. Organizirati edukaciju svih dionika iz primjene urbanog dizajna osjetljivog na vode

2.1.1.2. Izraditi katalog tipskih rješenja primjenjivih na području sliva (rješenja za domaćinstva – male objekte i okućnice, rješenja za javne i komercijalne velike objekte, rješenja za prometnice i odvodnju i pročišćavanje oborinskih voda i dr.)

2.1.1.3. Redefinirati urbanističke kapacitete i odredbe za gradnju s ciljem smanjenja vodonepropusnih površina u slivu (npr. stimulirati sakupljanje kišnice i uvjetovati veće površine unutar parcele koje su propusne i zasađene)

2.1.1.4. Poticati primjenu urbanog dizajna osjetljivog na vodu na području sliva financijskim alatima (npr. uvažavanje primjene održivih rješenja kao faktora u izračunu komunalnih doprinosa i naknada)

Mjera 2.1.2. Transformacija “sivog i tvrdog” grada u “zeleni i meki” grad (obuhvat: topografski sliv)

Aktivnosti:

2.1.2.1. Organizirati edukaciju svih dionika iz primjene zelene infrastrukture

2.1.2.2. Izraditi plan razvoja zelene infrastrukture za područje sliva

2.1.2.3. Očuvati i povećati otvorene i zelene površine, parkove i rekreacijske kapacitete na cijelom prostoru

Mjera 2.1.3. Ublažavanje klimatskih promjena (obuhvat: topografski sliv)

Aktivnosti:

2.1.3.1. Izraditi Plan za tranziciju područja sliva u ugljično neutralno područje u skladu s EU i HR planovima i programima (povećanje energetske učinkovitosti, smanjenje emisija CO₂ i dr.)

2.1.3.2. Organizirati edukaciju građana o potrebnim mjerama za ublažavanje klimatskih promjena

PRIORITET 2.2 Obnavljanje i čuvanje prirodnih područja unutar urbanih zona

Mjera 2.2.1. Renaturalizacija rijeke i njezinih pritoka/bujica (obuhvat: topografski sliv)

Aktivnosti:

2.2.1.1. Odrediti zone pogodne za renaturalizaciju glavnog toka, odmak od rijeke, širenje toka s meandriranjem, sadnju stabala i drugo i ugraditi ih u prostornu plansku dokumentaciju

2.2.1.2. Sačuvati krajobrazne vrijednosti toka rijeke Jadro

2.2.1.3. Stvoriti “zeleno-plavo srce” – zonu/šetnicu duž glavnog toka rijeke Jadro (npr. od Majdana do ušća) koja će povezati kulturno povijesne i prirodne elemente (voda, vegetacija) i pomiriti vraćanje prirodnih funkcija rijeci, zaštitu od plavljenja i zadovoljenje urbanih funkcija

Mjera 2.2.2. Obnavljanje i očuvanje vegetacije unutar urbanih zona (obuhvat: topografski sliv)

Aktivnosti:

2.2.2.1. Izraditi Plan upravljanja zelenim urbanim prostorom (uključujući izradu registra zelenih površina i vegetacije – vidi priručnik za pametno upravljanje zelenim urbanim prostorom <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/UGB/HZI-Smart-Governance-Manual-Short-2019-CRO-WEB.PDF>)

2.2.2.2. Saditi i održavati vegetaciju na javnim površinama i oko javnih objekata

2.2.2.3. Organizirati građane da sudjeluju u sadnji i održavanju vegetacije

2.2.2.4. Promicati čuvanje vegetacije/zelenih površina u urbanim zonama i poticati sadnju vegetacije na površinama u privatnom vlasništvu (izraditi priručnik, organizirati radionice, organizirati natjecanje / dodjeljivati certifikate za zelenu okućnicu, najstarije stablo, zeleno parkiralište trgovačkog centra i dr.)

PRIORITET 2.3 Zaštita naselja od poplava i toplinskih udara

Mjera 2.3.1. Zaštita od poplava (obuhvat: topografski sliv)

Aktivnosti:

2.3.1.1. Planirati gradnju izvan zona budućih obalnih plavljenja uzrokovanih klimatskim promjenama (sada zone niske vjerojatnosti, u budućnosti zone visoke vjerojatnosti plavljenja)

2.3.1.2. Usporiti tok vode rijeke Jadro i proširiti vodni tok na veće površine

2.3.1.3. Stvoriti zaštitnu tampon zonu duž glavnog korita rijeke i pritoka (sadjna stabala i drugog zelenila)

2.3.1.4. Planirati premještanje i redizajn vitalne infrastrukture izvan zona velike vjerojatnosti plavljenja u budućnosti

2.3.1.5. Zaštititi kulturno-povijesnu baštinu uz tok rijeke Jadro od plavljenja uzrokovano podizanjem rijeke, podzemnih voda i oborinskim vodama, a na području ušća i mora i od podizanja srednje razine mora i naleta valova.

2.3.1.6. Zaštititi gusto urbanizirano područja grada Solina i Klisa od bujičnih poplava te štetnih utjecaja koji dolaze u niže zone grada i rijeku Jadro iz viših zona, a koje nastaju ispiranjem terena za vrijeme velikih kiša te prelijevanjem septičkih jama ili kanalizacije otpadnih voda.

2.3.1.7. Izraditi integralni plan upravljanja inundacijskom zonom rijeke Jadro od izvora do mora u skladu s ciljevima održivog razvoja u klimatski neizvjesnoj budućnosti

2.3.1.8. Na području prijelaznih voda i ušća - isplanirati zaštitu od podizanja razine mora, rijeke i podzemnih voda korištenjem „prirodnih rješenja“ uz omogućavanje pametnog, ekološki održivog razvoja tog dijela grada

2.3.1.9. Na morskim obalama primijeniti mjere za umanjivanje naleta valova, smanjenje erozije obala i plavljenje niskih obala (područje Vranjica)

Mjera 2.3.2. Zaštita od toplinskih udara (obuhvat: topografski sliv)

Aktivnosti:

2.3.2.1. Identificirati toplinske otoke u urbanom području sliva (sadašnje i potencijalne buduće uz nastavak urbanizacije i klimatske promjene)

2.3.2.2. Izraditi preporuke za ublažavanje toplinskih udara (npr. osiguranje hlada na parkiralištima trgovačkih centara sadnjom stabala, ostavljanje prostora za strujanje zraka/vjetra, osiguranje pristupa vodi, smanjenje tamnih površina na građevinama i prometnim površinama i dr.)

2.3.2.3. Educirati javnost o mjerama zaštite zdravlja tijekom toplinskih udara

2.3.2.4. Osigurati pristup vodi ljudima i životinjama (npr. javne fontane)

58. Cilj 3: Integralno upravljanje slivom i urbanim područjima

PRIORITET 3.1 Razvoj upravljačke strukture za integralno upravljanje

Mjera 3.1.1. Razvoj upravljačkih tijela za potrebe integralnog upravljanja (obuhvat: hidrološki sliv)

Aktivnosti:

3.1.1.1. Uspostaviti Koordinacijski odbor s predstavnicima nadležnih ministarstva, županije, gradova i općina, upravitelja nacionalnim resursima (npr. Hrvatske vode, Hrvatske šume, More i krš), znanstvenim institucijama (npr. IZOR, Sveučilište u Splitu, HHI) s ciljem realizacije mjera iz ovog Plana (prijava projekata i realizacija istih iz EU i nacionalnih fondova), te relevantnih planova koje se provode u skladu s europskom politikom za vode i okoliš.

3.1.1.2. Osnovati agenciju/tvrtku za provođenje projekta na području sliva te prijavu daljnjih projekta (po dobivanju većeg projekta)

Mjera 3.1.2. Razvoj upravljačkih kapaciteta svih dionika (obuhvat: hidrološki sliv)

Aktivnosti:

3.1.2.1. Organizirati edukaciju s ciljem jačanja upravljačkih kapaciteta iz područja integralnog upravljanja slivom (prirodnim i urbanim dijelovima sliva) i nužnosti zaštite voda i prilagodbe na klimatske promjene

3.1.2.2. Uključiti sve dionike u upravljanje slivom provođenjem participativnih procesa s ciljem jačanja komunikacije između sektora/dionika (npr. organizacija radionica, panel diskusija)

PRIORITET 3.2 Unaprjeđenje stručnih znanja za implementaciju održivih rješenja

Mjera 3.2.1. Educirati dionike iz područja urbanog dizajna osjetljivog na vode i razvoja zelenih gradova (obuhvat: hidrološki sliv)

3.2.1.1. Razviti programe stručnog usavršavanja putem strukovnih udruga / inženjerskih komora iz područja urbanog dizajna osjetljivog na vode i razvoja zelenih gradova

3.2.1.2. Poticati srednje škole i sveučilišta da uvrste u svoje nastavne programe sadržaje iz područja urbanog dizajna osjetljivog na vode i razvoja zelenih gradova

3.2.1.3. Razviti programe edukacije za djecu, građane, tvrtke, investitore, upravljačka tijela iz područja urbanog dizajna osjetljivog na vode i razvoja zelenih gradova (izrada mrežnih stranica i brošura, organiziranje radionica, emisije / objave u medijima i sl.)

Mjera 3.2.2. Aktivno pratiti razvoj inovativnih rješenja za potrebe upravljanja riječnim slivom - urbanim područjem (obuhvat: hidrološki sliv)

Aktivnosti:

3.2.2.1. Sudjelovati u razvojnim projektima/programima pametnog i održivog rasta (npr. EU Interreg projekti)

3.2.2.2. Razmjenjivati iskustva s drugim lokalnim/regionalnim jedinicama, javnim ustanovama i drugim dionicima (npr. kroz praćenje i sudjelovanje u aktivnostima Udruge gradova, „Webinar o financijskim instrumentima i inovacijama za zelenu tranziciju gradova – prezentacije i snimka“, <https://www.udruga-gradova.hr/webinar-o-financijskim-instrumentima-i-inovacijama-za-zelenu-tranziciju-gradova/>)

3.2.2.3. Poticati strukovne udruge, inženjerske komore i druge organizatore javnih skupova da uvrste teme iz razvoja i implementacije održivih rješenja u agende

Mjera 3.2.3. Kontinuirano unaprjeđivati zakone, pravilnike i tehničke specifikacije za potrebe implementacije novih rješenja (obuhvat: hidrološki sliv)

3.2.3.1. Inicirati dopune/izmjene zakona, pravilnika i tehničkih specifikacija koje uređuju izgradnju

3.2.3.2. Inicirati dopune/izmjene zakona, pravilnika i tehničkih specifikacija koje uređuju prostorno planiranje

PRIORITET 3.3 Praćenje stanja u slivu i kontinuirano ažuriranje planova

Mjera 3.3.1. Praćenje stanja u slivu (obuhvat: hidrološki sliv)

Aktivnosti:

3.3.1.1. Uspostaviti novi te proširiti postojeći sustav mjerenja količina i kakvoće vode na početku prijelaznih voda, zoni ušća i na pritokama Ozrnja i Rupotine

3.3.1.2. Uključiti besplatne podatke EU Copernicus servisa za praćenje stanja u prostoru sliva (npr. podaci o korištenju i pokrovu tla, propusnosti, oborinama, temperaturama i dr.)

3.3.1.3. Redovito pratiti stanje izgrađenosti građevinskih čestica na terenu i utvrđivanja odstupanja od dozvoljenog uključujući popločenje/propusnost čestice (npr. jednom godišnje)

Mjera 3.3.2. Ažuriranje prostorno-planske dokumentacije (obuhvat: hidrološki sliv)

Aktivnosti:

3.3.2.1. Ažurirati karte rizika, a prema najnovijim saznanjima o klimatskim promjenama

3.3.2.2. Redefinirati odredbe za gradnju na području hidrološkog sliva

3.3.2.3. Revidirati smjernice za urbanizaciju s ciljem smanjenje širenja površina građevinskih zona uz osiguranje pametnog razvoja

6.8. Plan praćenja (H.Bartulović)

Kako bi se osiguralo kvalitetno i učinkovito postizanje zadanih ciljeva i učinaka u prostoru, potrebno je u planovima upravljanja definirati pokazatelje (indikatore) posebnih ciljeva i pokazatelje aktivnosti. Uobičajena je praksa da se postizanje ciljeva procjenjuje svakih pet godina, a aktivnosti svake godine. Naime, ciljevi se prate kroz evaluaciju plana upravljanja koja se radi (minimalno) nakon pet godina. Aktivnosti se prate kroz godišnje programe i godišnja izvješća. Stoga predlažemo da se isto primjeni i za **Plan prilagodbe na klimatske promjene za područje rijeke Jadro**.

Svakom posebnom cilju i svakoj planiranoj aktivnosti potrebno je stoga pridružiti odgovarajuće pokazatelje. Pokazatelji različitih razina pomažu nam pratiti provode li se i u kojoj mjeri aktivnosti.

Razlikujemo dvije osnovne vrste pokazatelja za ovaj plan prilagodbe, to su:

- **Pokazatelji učinka**
- **Pokazatelji rezultata**

Pokazatelji učinka ukazuju na širi utjecaj koji je provedba pojedine ili skupa aktivnosti imala te time ukazuju na ostvarenost pojedinog prioriteta i cilja (npr. promjena ponašanja posjetitelja kao rezultat podizanja svijesti, povećanje udjela zelenih površina), a **pokazatelji rezultata** mjere ostvarenost pojedine aktivnosti u vidu količine uloženi sredstava (npr. financijska sredstva), uloženi truda – angažmana (npr. broj sastanaka, vrijeme provedeno u aktivnosti, broj sudionika, broj održanih radionica), direktnog proizvoda (npr. osmišljen projekt, otisnuti letci, ispunjene ankete), ostvarenog rezultata (npr. smanjena količina otpada, povećano znanje posjetitelja, povećana površina procijedih površina).

Popis predloženih pokazatelja ni u kojem slučaju nije sveobuhvatan niti ograničavajući, nego predstavlja preporuku i primjer koji parametri se mogu pratiti i na koji način. Stoga ga je moguće dodatno proširiti kao i reducirati odnosno sjediniti različite aktivnosti u jedinstveni projekt i sl. Na kraju perioda implementacije plana nužno je utvrditi da li se učinkovito i uspješno provela prilagodba upravljanog područja tj. da li su se postigli zadani ciljevi kroz evaluaciju pokazatelja ciljeva. Dodatno, ako nije došlo do postizanja ciljeva potrebno je utvrditi da li je to zbog toga što se nije radilo sve predviđeno (analiza neostvarenih pokazatelja aktivnosti) ili zato što planirane aktivnosti nisu doprinijele ostvarivanju ciljeva (analiza ostvarenih pokazatelja aktivnosti).

Slijedi tablični prikaz prijedloga pokazatelja za propisan prioritet/ciljeve i aktivnosti:

CILJ 1

Očuvani prirodni okoliš i čiste vode

PODCILJ	POKAZATELJI	PRIORITET	MJERA	AKTIVNOSTI	POKAZATELJI
1.1. Osigurati adekvatnu i pouzdanu opskrbu vodom	Površina revitaliziranih biološki vrijednih staništa (ŽU UZDP)	Prioritet 1.1 Obnavljanje i čuvanje prirodnog okoliša u slivu	Mjera 1.1.1. Obnavljanje, čuvanje i proširenje kopnenih i vodenih ekosustava i njihove bioraznolikosti (obuhvat: hidrološki sliv)	1.1.1.1. Napraviti snimak stanja ekosustava i definirati zone za sanaciju od postojećeg onečišćenja i drugih devastacija te definirati zone za renaturalizaciju	Izrađen snimak stanja ekosustava
				Izrađena karta sa zonama za sanaciju	
				1.1.1.2. Sanirati devastirane predjele i renaturalizirati dijelove sliva (npr. pošumljavanje opožarenih površina, pošumljavanje duž prometnica, renaturalizacija korita rijeke i pritoka)	Broj odrađenih sanacije devastiranih predjela
				Postotak pošumljenih opožarenih površina	
				Postotak renaturaliziranog dijela rijeke i pritoka	
	Erozija tla zbog vode (DGAGRI-EUROSTAT)			1.1.1.3. Provoditi mjere za smanjenje rizika od požara i erozije tla	Izvešće o provedbi mjera za smanjenje rizika od požara
				Izvešće o provedbi mjera za smanjenje rizika od erozije tla	
	Povećanje udjela šumskih površina (EUROSTAT -SDG)			1.1.1.4. Jačati kapacitete snaga za obranu od požara	Izrada akcijskog plana za obranu od požara
				Broj organiziranih edukacijskih radionica vatrogasca za lokalno stanovništva	
				1.1.1.5. Uspostaviti novi sustav (ili proširiti postojeće i integrirati ih) za praćenje stanja kopnenih i vodenih ekosustava i bioraznolikosti u slivu	Uspostavljen sustav praćenja stanja kopnenih ekosustava u slivu
Uspostavljen sustav praćenja stanja vodenih ekosustava u slivu					
Uspostavljen sustav praćenja stanja bioraznolikosti u slivu					

				1.1.1.6. Promicati za okoliš neškodljiv razvoj gospodarstva i urbanih prostora (npr. "zeleni grad", "pametni razvoj")	Broj održanih radionica na temu „Pametni razvoj zelenog grada “
				1.1.1.7. Promicati za okoliš neškodljivu poljoprivredu	Izrađen i distribuiran edukativni materijali koji promiču za okoliš neškodljivu poljoprivredu
				1.1.1.8. Procijeniti ekonomski i razvojni potencijal biološkog okoliša u svjetlu klimatskih promjena	Izrađen procjembeni elaborat potencijala biološkog okoliša
	Površina održanih biološki vrijednih staništa (ŽU UZDP)		Mjera 1.1.2. Obnavljanje, čuvanje i proširenje staništa za zaštićene i ugrožene vrste (obuhvat: topografski sliv)	1.1.2.1. Kontrolirati provedbu mjera na zaštićenim dijelovima toka rijeke Jadro (npr. zabrana ribolova, bacanje otpada i dr.)	Ocjena razine kontrole provedbe mjera na zaštićenim dijelovima toka rijeke Jadro
1.1.2.2. Osigurati biološko-ekološke protoke u rijeci Jadro u sušnim razdobljima				Uspostavljen sustav praćenja stanja biološko-ekoloških protoka u rijeci Jadro	
1.1.2.3. Predložiti nova područja za zaštitu i nove/dopunjene mjere u svjetlu klimatskih promjena				Izrađen prijedlog zaštite novih područja i novih mjera zaštita	
1.2. Zaštititi i poboljšati kvalitetu vode	Indeks eksploatacije vode prema vrsti izvora vode (EUROSTAT -SDG)	Prioritet 1.2 Osiguranje vode, poboljšanje kvalitete i načina korištenja vode	Mjera 1.2.1. Osiguranje potreba za vodom (obuhvat: hidrološki sliv)	1.2.1.1. Napraviti detaljni katastar voda i vodnih cjelina za područje hidrološkog sliva	Izrađen detaljni katastar voda i vodnih cjelina za područje hidrološkog sliva
				1.2.1.2. Uspostaviti sustav za praćenje vodonosnog kapaciteta u slivu	Uspostavljen sustav praćenja vodonosnog kapaciteta u slivu
				1.2.1.3. Istražiti alternativne izvore vode i njihovu	Izvedba istražnih radova alternativnih izvora vode

				implementaciju uključiti u razvojne planove i projekte	Izrađen plan korištenja novopronađenih izvora vode
	Stanovništvo priključeno na javnu vodoopskrbu (EUROSTAT)		Mjera 1.2.2. Poboljšanje kvalitete vode u slivu (obuhvat: hidrološki sliv)	1.2.2.1. Uspostaviti praćenje kvalitete vode na izvoru i u vodonosniku	Uspostavljen sustav praćenja kvalitete vode na izvoru i u vodonosniku
	Postotak mikrobiološki neispravne kakvoće prerađene pitke vode iz javnih vodovoda (ŽZJZ)			1.2.2.2. Istražiti uzroke sadašnjeg povećanog onečišćenja i mutnoće vode na izvoru te predložiti mjere za poboljšanje	Izrađena analiza uzroka onečišćenja i mutnoće vode na izvoru i prijedlog mjera poboljšanja
	Ostvareni gubici u vodovodnoj mreži (ŽKD)		Mjera 1.2.3. Povećanje efikasnosti korištenja voda (obuhvat: hidrološki sliv)	1.2.3.1. Smanjiti gubitke u vodoopskrbnom sustavu	Izrađen plan mjera u svrhu smanjenja gubitaka u vodoopskrbnom sustavu
				1.2.3.2. Implementirati mjere štednje vode, recikliranja otpadnih voda te korištenja kišnice u naseljima, gospodarstvu i poljoprivredi	Ocjena razine provedbe mjera štednje vode, recikliranja otpadnih voda te korištenja kišnice
1.3. Obnoviti ekosustave i poboljšati prirodna staništa	Povećanje indeksa učinka na okoliš (NASA-SEDAC)	Prioritet 1.3 Zaštita voda sliva od onečišćenja	Mjera 1.3.1. Zaštita voda sliva od onečišćenja otpadnim vodama (obuhvat: hidrološki sliv)	1.3.1.1. Izgraditi cjeloviti sustav odvodnje i pročišćavanja komunalnih otpadnih voda (sustav treba obuhvatiti sva naselja u hidrološkom slivu)	Postotak izgrađenog sustava odvodnje i pročišćenja komunalnih otpadnih voda
				1.3.1.2. Redovito kontrolirati sustave odvodnje otpadnih voda na istjecanja	Izrađeno godišnje izvješće kontrole sustava odvodnje otpadnih voda na istjecanje

	Kompostirani materijali reciklirani u zajednici, u tonama (JLS)			1.3.1.3. Sanirati postojeće stare sustave odvodnje otpadnih voda koji propuštaju otpadnu vodu u okoliš ili imaju nedovoljni kapacitet, a otpadnu vodu pročititi prije ispuštanja u recipijent	Broj izvedenih sanacija neispravnih sustava odvodnje otpadnih voda	
				1.3.1.4. Implementirati prikladna individualna rješenja zbrinjavanja kućanskih otpadnih voda	Broj implementiranih individualnih rješenja zbrinjavanja kućanskih otpadnih voda	
				1.3.1.5. Zbrinjavati mulj i taloge iz septičkih jama s mogućnošću energetske oporabe	Organiziran sustav sakupljanja i zbrinjavanja mulja iz septičkih jama	
				1.3.1.6. Povećati energetske učinkovitost sustava odvodnje otpadnih voda	Smanjena potrošnja energenata potrebnih za rad sustava odvodnje otpadnih voda	
	Stanovništvo priključeno na javnu vodoopskrbu (EUROSTAT)			Mjera 1.3.2. Zaštita voda sliva od onečišćenja oborinskim vodama (obuhvat: hidrološki sliv)	1.3.2.1. Izraditi katastar postojećeg sustava	Izrađen katastar postojećeg sustava
					1.3.2.2. Utvrditi zone bez sustava/nedovoljnog kapaciteta odvodnje te utvrditi uzroke i potrebne projekte	Utvrđene zone bez sustava odvodnje odnosno zone nedovoljnog kapaciteta odvodnje
					1.3.2.3. U planiranje ukomponirati i urbani dizajn osjetljiv na vode te plan razvoja	Izrađene smjernice za urbani dizajn osjetljiv na vode

				zeleno-plave infrastrukture s ciljem smanjenja volumena voda koje treba evakuirati te očuvanja prirodnih procesa i pročišćavanja vode kroz procese infiltracije	Izrađene smjernice plana razvoja zeleno-plave infrastrukture
	Povećanje udjela šumskih površina (EUROSTAT -SDG)			1.3.2.4. Pošumiti tampon zone na regionalnim i lokalnim prometnicama radi ograničavanja širenja onečišćenja te graditi zelene slivnike duž prometnica za pročišćavanje	Predložene smjernice za izmjenu i dopunu važeće prostorno-planske dokumentacije
				1.3.2.5. Pošumiti sliv i stvarati tampon zone prema ponorima i mjestima brze infiltracije površinskih voda u podzemlje	Postotak pošumljenih tampon zona lokalnih i regionalnih prometnica
	Stopa premještanja odlagališta otpada (JLS)		Mjera 1.3.3. Zaštita voda sliva od onečišćenja otpadom i drugim izvorima onečišćenja (obuhvat: hidrološki sliv)	1.3.3.1. Implementirati postojeći Plan zbrinjavanja krutog otpada i obveza proizašlih iz relevantnih propisa	Postotak ugrađenih zelenih slivnika duž lokalnih i regionalnih prometnica
				1.3.3.2. Sanirati divlja odlagališta i lokacije napuštenih industrijskih i infrastrukturnih postrojenja	Postotak pošumljenih tampon zona prema ponorima i mjestima brze infiltracije
	Stopa stambenog recikliranja otpada (JLS)			1.3.3.3. Izmjestiti odlagališta, ukinuti postojeća odlagališta na području sliva	Godišnje izvješće o provođenju mjera Plana zbrinjavanja krutog otpada
					Broj ili površina saniranih divljih odlagališta
					Broj ili površina saniranih napuštenih industrijskih i infrastrukturnih postrojenja
					Izrađen prijedlog izmještanja odlagališta i ukidanja postojećih odlagališta
					Izrađen prijedlog ukidanja eksploatacijskih polja u posebnom osjetljivim zonama

				1.3.3.4. Ukinuti planirana eksploatacijska polja u posebno osjetljivim zonama	Predložene smjernice za izmjenu i dopunu važeće prostorno-planske dokumentacije
	Postotak kvartova, komercijalnih i stambenih područja s ocjenom "čista" ili "Umjereno čista" (JLS)			1.3.3.5. Kontrolirati primjenu mjera zaštite od onečišćenja na uređenim odlagalištima, u eksploatacijskim poljima sirovina, industrijskim postrojenjima i dr.	Godišnje izvješće o provođenju mjera zaštite od onečišćenja
	Smanjenje emisije amonijaka iz poljoprivrede (DGAGRI-EUROSTAT)			1.3.3.6. Kontrolirati provedbu mjera propisanih u zonama sanitarne zaštite izvora	Ocjena razine provedbe mjera propisanih u zonama sanitarne zaštite izvora
				1.3.3.7. Kontrolirati upotrebu zaštitnih sredstava i gnojiva u poljoprivredi	Ocjena razine kontrole upotrebe zaštitnih sredstava i gnojiva u poljoprivredi

CILJ 2

Izgrađena područja otporna na klimatske promjene

PODCILJ	POKAZATELJI	PRIORITET	MJERA	AKTIVNOSTI	POKAZATELJI
2.1. Integrirati i unaprijediti upravljanje poplavama „riječni sliv-urbano područje“	Stupanj integriranog upravljanja vodnim resursima (SDG)	Prioritet 2.1 Implementacija održivih urbanih rješenja	Mjera 2.1.1. Primjena urbanog dizajna osjetljivog na vode (obuhvat: topografski sliv)	2.1.1.1. Organizirati edukaciju svih dionika iz primjene urbanog dizajna osjetljivog na vode	Broj održanih edukacijskih radionica na temu primjene urbanog dizajna osjetljivog na vode
				2.1.1.2. Izraditi katalog tipskih rješenja primjenjivih na području sliva	Izrađen katalog tipskih rješenja primjenjivih na području sliva s dizajnom osjetljivog na vode
				2.1.1.3. Redefinirati urbanističke kapacitete i odredbe za gradnju s ciljem smanjenja vodonepropusnih površina u slivu	Izrađen prijedlog odredbi za gradnju na području hidrološkog sliva
				2.1.1.4. Poticati primjenu urbanog dizajna osjetljivog na vodu na području sliva financijskim alatima	Izrađen program financijske potpore projektima s primjenom urbanog dizajna osjetljivog na vodu na području sliva
	Indeks ekoloških inovacija (DGENVIRONMENT)		Mjera 2.1.2. Transformacija “sivog i tvrdog” grada u “zeleni i meki” grad (obuhvat: topografski sliv)	2.1.2.1. Organizirati edukaciju svih dionika iz primjene zelene infrastrukture	Broj održanih edukacijskih radionica na temu primjene zelene infrastrukture
	Postotak stanovnika koji žive 10 minuta pješke udaljeni od parka (JLS)			2.1.2.2. Izraditi plan razvoja zelene infrastrukture za područje sliva	Izrađen plan razvoja zelene infrastrukture za područje sliva
	Postotak stanovnika zadovoljan rekreacijskim mogućnostima (JLS)			2.1.2.3. Očuvati i povećati otvorene i zelene površine, parkove i rekreacijske kapacitete na cijelom prostoru	Izrađen procjembeni elaborat kvalitete postojećih zelenih zona i mogućnosti proširenja područja sliva

			Mjera 2.1.3. Ublažavanje klimatskih promjena (obuhvat: topografski sliv)	2.1.3.1. Izraditi Plan za tranziciju područja sliva u ugljično neutralno područje u skladu s EU i HR planovima i programima	Izrađen Plan za tranziciju područja sliva u ugljično neutralno područje
				2.1.3.2. Organizirati edukaciju građana o potrebnim mjerama za ublažavanje klimatskih promjena	Broj održanih prezentacija na temu potrebnim mjerama za ublažavanje klimatskih promjena
2.2. Poboľjšati kvalitetu života u slivu rijeke Jadro	Postotak ukupne teritorijalne površine - Kopnena i morska zaštićena područja (WB)	Prioritet 2.2 Obnavljanje i čuvanje prirodnih područja unutar urbanih zona	Mjera 2.2.1. Renaturalizacija rijeke i njezinih pritoka/bujica (obuhvat: topografski sliv)	2.2.1.1. Odrediti zone pogodne za renaturalizaciju glavnog toka, odmak od rijeke, širenje toka s meandriranjem, sadnju stabala i drugo i ugraditi ih u prostornu plansku dokumentaciju	Izrađen procjembeni elaborat zona pogodnih za renaturalizaciju područja uz rijeku Jadro
				2.2.1.2. Sačuvati krajobrazne vrijednosti toka rijeke Jadro	Izrađen procjembeni elaborat krajobraznih vrijednosti područja uz rijeku Jadro
				2.2.1.3. Stvoriti "zeleno-plavo srce" – zonu/šetnicu duž glavnog toka rijeke Jadro (npr. od Majdana do ušća) koja će povezati kulturno povijesne i prirodne elemente (voda, vegetacija) i pomiriti vraćanje prirodnih funkcija rijeci, zaštitu od plavljenja i zadovoljenje urbanih funkcija	Izrađen projekt uređenja šetnice duž glavnog toka rijeke Jadro
	Promjena umjetnog pokrova zemljišta (EUROSTAT-SDG)			Mjera 2.2.2. Obnavljanje i očuvanje vegetacije unutar urbanih zona	2.2.2.1. Izraditi Plan upravljanja zelenim urbanim prostorom (uključujući izradu registra zelenih površina i vegetacije)
					Izrađen Plan upravljanja zelenim urbanim prostorom

			(obuhvat: topografski sliv)	2.2.2.2. Saditi i održavati vegetaciju na javnim površinama i oko javnih objekata	Izrađen plan sadnje i održavanje vegetacija na javnim površinama
				2.2.2.3. Organizirati građane da sudjeluju u sadnji i održavanju vegetacije	Organiziran „Zeleni Dan“ – javna akcija sudjelovanja građana u sadnji i održavanju vegetacije na javnim površinama
				2.2.2.4. Promicati čuvanje vegetacije/zelenih površina u urbanim zonama i poticati sadnju vegetacije na površinama u privatnom vlasništvu	Održana javne predavanja o važnosti zelenih površina u urbanim zonama Organizirani lokalni izbori za „najodrživiji vrt“ unutar sliva rijeke Jadro
2.3. Prilagoditi se klimatskim promjenama i jačati otpornost na promjene	Smanjenje udjela šteta uzrokovanih ekstremnim vremenskim uvjetima u BDP-u, u sektorima hrane i biogospodarstva (SDG)	Prioritet 2.3 Zaštita naselja od poplava i toplinskih udara	Mjera 2.3.1. Zaštita od poplava (obuhvat: topografski sliv)	2.3.1.1. Planirati gradnju izvan zona budućih obalnih plavljenja uzrokovanih klimatskim promjenama (sada zone niske vjerojatnosti, u budućnosti zone visoke vjerojatnosti plavljenja)	Izrađen prijedlog odredbi za gradnju na području budućih obalnih plavljenja
				2.3.1.2. Usporiti tok vode rijeke Jadro i proširiti vodni tok na veće površine	Izrađena studija proširenja vodenog toka rijeke Jadro
	2.3.1.3. Stvoriti zaštitnu tampon zonu duž glavnog korita rijeke i pritoka (sadnja stabala i drugog zelenila)			Izrađen plan sadnje i održavanja vegetacije duž glavnog korita rijeke i pritoka	
	2.3.1.4. Planirati premještanje i redizajn vitalne infrastrukture izvan zona velike vjerojatnosti plavljenja u budućnosti			Izrađena studija premještanje i redizajn vitalne infrastrukture na području budućih obalnih plavljenja	

	Indeks razvoja višedimenzionalnog okvira za održivost baštine (UNESCO)			2.3.1.5. Zaštititi kulturno-povijesnu baštinu uz tok rijeke Jadro od plavljenja uzrokovanog podizanjem rijeke, podzemnih voda i oborinskim vodama, a na području ušća i mora i od podizanja srednje razine mora i naleta valova.	Izrađen projekt zaštite kulturno-povijesnu baštinu uz tok rijeke Jadro od podizanja razine mora, rijeke i podzemnih voda
	Postotak stanovništva koji je barem jednom sudjelovao u kulturnoj aktivnosti posvećenoj izgradnji identiteta u posljednjih 12 mjeseci (UNESCO)			2.3.1.6. Zaštititi gusto urbanizirano područja grada Solina i Klisa od bujičnih poplava te štetnih utjecaja koji dolaze u niže zone grada i rijeku Jadro iz viših zona, a koje nastaju ispiranjem terena za vrijeme velikih kiša te prelijevanjem septičkih jama ili kanalizacije otpadnih voda.	Izrađen integralni plan upravljanja i zaštite od bujičnih poplava na području sliva rijeke Jadro
				2.3.1.7. Izraditi integralni plan upravljanja inundacijskom zonom rijeke Jadro od izvora do mora u skladu s ciljevima održivog razvoja u klimatski neizvjesnoj budućnosti	Izrađen integralni plan upravljanja inundacijskom zonom rijeke Jadro od izvora do mora
	Investicije u zaštitu okoliša (DZS)			2.3.1.8. Na području prijelaznih voda i ušća - isplanirati zaštitu od podizanja razine mora, rijeke i podzemnih voda korištenjem „prirodnih rješenja“ uz omogućavanje pametnog, ekološki održivog razvoja tog dijela grada	Izrađen projekt sanacije i uređenja obale u svrhu zaštite od podizanja razine mora, rijeke i podzemnih voda
					Izvedeni radovi u svrhu zaštite od podizanja razine mora, rijeke i podzemnih voda

				2.3.1.9. Na morskim obalama primijeniti mjere za umanjivanje naleta valova, smanjenje erozije obala i plavljenje niskih obala (područje Vranjica)	<p>Izrađen projekt sanacije obale u svrhu umanjivanja naleta valova, smanjenja erozije obale i plavljenje niskih obala</p> <p>Izvedeni radovi u svrhu umanjivanja naleta valova, smanjenja erozije obale i plavljenje niskih obala</p>
	Indeks učinka na okoliš (YCELP)		Mjera 2.3.2. Zaštita od toplinskih udara (obuhvat: topografski sliv)	2.3.2.1. Identificirati toplinske otoke u urbanom području sliva (sadašnje i potencijalne buduće uz nastavak urbanizacije i klimatske promjene)	Izrađene karte toplinskih otoka
2.3.2.2. Izraditi preporuke za ublažavanje toplinskih udara (npr. osiguranje hlada na parkiralištima trgovačkih centara sadnjom stabala, ostavljanje prostora za strujanje zraka/vjetra, osiguranje pristupa vodi, smanjenje tamnih površina na građevinama i prometnim površinama i dr.)				<p>Izrađene preporuke za ublažavanje toplinskih udara</p> <p>Izrađeni informativni letci u skladu s preporukama za ublažavanje toplinskih udara</p> <p>Distribucija široj javnosti informativnih letaka</p>	
2.3.2.3. Educirati javnost o mjerama zaštite zdravlja tijekom toplinskih udara				Održana javna predavanja o mjerama zaštite zdravlja tijekom toplinskih udara	
2.3.2.4. Osigurati pristup vodi ljudima i životinjama (npr. javne fontane)				Broj izvedenih javnih fontana i drugih izvora voda za ljude i životinje	

CILJ 3

Integralno upravljanje slivom i urbanim područjem

PODCILJ	POKAZATELJI	PRIORITET	MJERA	AKTIVNOSTI	POKAZATELJI
3.1. Integralno upravljati slivom i urbanim područjem	Državna regulativa (WJP-RoL)	Prioritet 3.1 Razvoj upravljačke strukture za integralno upravljanje	Mjera 3.1.1. Razvoj upravljačkih tijela za potrebe integralnog upravljanja (obuhvat: hidrološki sliv)	3.1.1.1. Uspostaviti Koordinacijski odbor s predstavnicima nadležnih ministarstva, županije, gradova i općina, upravitelja nacionalnim resursima znanstvenim institucijama s ciljem realizacije mjera iz ovog Plana te relevantnih planova koje se provode u skladu s europskom politikom za vode i okoliš.	Uspostavljen Koordinacijski odbor za prilagodbe klimatskim promjenama
	Koordinacija između ministarstava (BS-SGI)				Izrađen petogodišnji program aktivnosti na području obuhvata
	Reforme organizacije (BS-SGI)			3.1.1.2. Osnovati agenciju/tvrtku za provođenje projekta na području sliva te prijavu daljnjih projekta (po dobivanju većeg projekta)	Uspostavljena agencija/tvrtka za provođenje projekta na području sliva te prijavu daljnjih projekta
				Mjera 3.1.2. Razvoj upravljačkih kapaciteta svih dionika (obuhvat: hidrološki sliv)	3.1.2.1. Organizirati edukaciju s ciljem jačanja upravljačkih kapaciteta iz područja integralnog upravljanja slivom (prirodnim i urbanim dijelovima sliva) i nužnosti zaštite voda i prilagodbe na klimatske promjene
					Broj sudionika na održanim radionicama na temu nužnosti zaštite voda i prilagodbe na klimatske promjene

				3.1.2.2. Uključiti sve dionike u upravljanje slivom provođenjem participativnih procesa s ciljem jačanja komunikacije između sektora/dionika (npr. organizacija radionica, panel diskusija)	<p>Broj provedenih participativnih procesa s ciljem jačanja komunikacije između sektora/dionika</p> <p>Broj održanih radionica, panel diskusija s na temu integralnog upravljanja slivom (prirodnim i urbanim dijelovima sliva)</p>
3.2. Implementirati inovativna, dugoročno održiva rješenja u slivu	Stopa participacije mladih i odraslih u formalnom i neformalnom obrazovanju i osposobljavanju u posljednjih 12 mjeseci (DZS-SDG)	Prioritet 3.2 Unaprjeđenje stručnih znanja za implementaciju održivih rješenja	Mjera 3.2.1. Educirati dionike iz područja urbanog dizajna osjetljivog na vode i razvoja zelenih gradova (obuhvat: hidrološki sliv)	3.2.1.1. Razviti programe stručnog usavršavanja putem strukovnih udruga/inženjerskih komora iz područja urbanog dizajna osjetljivog na vode i razvoja zelenih gradova	Izrađeni programi stručnog usavršavanja iz područja urbanog dizajna osjetljivog na vode i razvoja zelenih gradova
				3.2.1.2. Poticati srednje škole i sveučilišta da uvrste u svoje nastavne programe sadržaje iz područja urbanog dizajna osjetljivog na vode i razvoja zelenih gradova	<p>Broj organiziranih edukacija za odgojno-obrazovne ustanove na temu urbanog dizajna osjetljivog na vode i razvoja zelenih gradova</p> <p>Broj ugovora o suradnji na izradi programskog sadržaja iz područja urbanog dizajna osjetljivog na vode i razvoja zelenih gradova</p>
	3.2.1.3. Razviti programe edukacije za djecu, građane, tvrtke, investitore, upravljačka tijela iz područja urbanog dizajna osjetljivog na vode i razvoja zelenih gradova			Izrađen i distribuiran edukativni materijali koji promiču urbani dizajn osjetljivog na vode i razvoja zelenih gradova (izrada mrežnih stranica i brošura, organiziranje radionica, emisije/objave u medijima i sl.)	
	Stopa participacije u obrazovanju i osposobljavanju prema spolu, dobi i razini obrazovanja (DZS-EUROSTAT)				

					Izrađen program edukacije za djecu i program edukacije za građane
	Broj sporazuma o znanstvenoj i/ili tehnološkoj suradnji i programa između zemalja, prema vrsti suradnje (SDG)		Mjera 3.2.2. Aktivno pratiti razvoj inovativnih rješenja za potrebe upravljanja riječnim slivom - urbanim područjem (obuhvat: hidrološki sliv)	3.2.2.1. Sudjelovati u razvojnim projektima/programima pametnog i održivog rasta (npr. EU Interreg projekti)	Broj prijava na razvojne projekte/ programe pametnog i održivog rasta
	Udio inovativnih poduzeća koja su uvela inovacije za dobrobit okoliša (DZS-EUROSTAT)				Broj odrađenih razvojnih projekata / programa pametnog i održivog rasta
	Udio poduzeća s inovacijskim proizvodima (DZS-EUROSTAT)			3.2.2.2. Razmjenjivati iskustva s drugim lokalnim/regionalnim jedinicama, javnim ustanovama i drugim dionicima (npr. kroz praćenje i sudjelovanje u aktivnostima Udruge gradova, "Webinar o financijskim instrumentima i inovacijama za zelenu tranziciju gradova – prezentacije i snimka")	Broj sudjelovanja u aktivnostima Udruge gradova
				3.2.2.3. Poticati strukovne udruge, inženjerske komore i druge organizatore javnih skupova da uvrste teme iz razvoja i implementacije održivih rješenja u agende	Dokaz razmjene iskustava s drugim lokalnim/regionalnim jedinicama, javnim ustanovama i drugim dionicima
					Broj organiziranih sastanka sa strukovnim udrugama, inženjerskim komorama i drugima organizacijama na temu implementacije održivih rješenja u stručnim poslovima

	Postotak odobrenih planova nakon prvog pregleda (JLS)		Mjera 3.2.3. Kontinuirano unaprjeđivati zakone, pravilnike i tehničke specifikacije za potrebe implementacije novih rješenja (obuhvat: hidrološki sliv)	3.2.3.1. Inicirati dopune/izmjene zakona, pravilnika i tehničkih specifikacija koje uređuju izgradnju	Izrađen prijedlog izmjena i dopuna zakona, pravilnika i tehničkih specifikacija koje uređuju izgradnju
				3.2.3.2. Inicirati dopune/izmjene zakona, pravilnika i tehničkih specifikacija koje uređuju prostorno planiranje	Izrađen prijedlog izmjena i dopuna zakona, pravilnika i tehničkih specifikacija koje uređuju prostorno planiranje
	Ugovori / Nabava - Proračun potrošen na ovlaštena poduzeća (JLS)	Prioritet 3.3 Praćenje stanja u slivu i kontinuirano ažuriranje planova	Mjera 3.3.1. Praćenje stanja u slivu (obuhvat: hidrološki sliv)	3.3.1.1. Uspostaviti novi te proširiti postojeći sustav mjerenja količina i kakvoće vode na početku prijelaznih voda, zoni ušća i na pritokama Ozrnja i Rupotine	Proširen postojeći i/ili uspostavljen novi sustav mjerenja količina i kakvoće vode na području obuhvata
				3.3.1.2. Uključiti besplatne podatke EU Copernicus servisa za praćenje stanja u prostoru sliva (npr. podaci o korištenju i pokrovu tla, propusnosti, oborinama, temperaturama i dr.)	Dokaz korištenosti besplatnih podataka za praćenje stanja u prostoru sliva
	Ocjena upravljanja javnim investicijama (PIMA)			3.3.1.3. Redovito pratiti stanje izgrađenosti građevinskih čestica na terenu i utvrđivanja odstupanja od dozvoljenog uključujući popločenje/propusnost čestice (npr. jednom godišnje)	Godišnje izvješće o stanju izgrađenosti građevinskih čestica na terenu i utvrđivanju nepravilnosti

	Stopa usklađenosti općine s preventivnim održavanjem javnih projekata (JLS)		Mjera 3.3.2. Ažuriranje prostorno-planske dokumentacije (obuhvat: hidrološki sliv)	3.3.2.1. Ažurirati karte rizika, a prema najnovijim saznanjima o klimatskim promjenama	Broj ažuriranja karta rizika u skladu sa saznanjima o klimatskim promjenama				
							3.3.2.2. Redefinirati odredbe za gradnju na području hidrološkog sliva	Izrađen prijedlog odredbi za gradnju na području hidrološkog sliva	
							Prijedlog odredbi za gradnju na području hidrološkog sliva poslan lokalnim samoupravama u procesu izmjene ili izrade prostorno-planske dokumentacije		
							Prijedlog odredbi ugrađen i usvojen u sklopu izrade izmjene ili nove prostorno-planske dokumentacije		
								3.3.2.3. Revidirati smjernice za urbanizaciju s ciljem smanjenje širenja površina građevinskih zona uz osiguranje pametnog razvoja	Izrađen prijedlog smjernice za urbanizaciju na području hidrološkog sliva
								Prijedlog smjernice za urbanizaciju na području hidrološkog sliva poslan lokalnim samoupravama u procesu izmjene ili izrade prostorno-planske dokumentacije	
					Prijedlog smjernice za urbanizaciju u sklopu izrade izmjene ili nove prostorno-planske dokumentacije ili strateške dokumente				

Akronimi:

BS-SGI – Bertelsmann Stiftung (Sustainable Governance Indicators)

DG-ENVIRONMENT – Uprava Komisije - Okoliš

DGAGRI – Uprava Komisije - Poljoprivreda i ruralni razvoj

DZS – Državni zavod za statistiku

EUROSTAT – Zavod za statistiku Europske unije

JLS – Jedinica lokalne samouprave

PIMA – Ocjena upravljanja javnim investicijama

SDG – Ciljevi održivog razvoja

UNESCO – Odjel Ujedinjenih naroda za kulturnu baštinu

WJP-RoL – Projekt World Justice - vladavina prava

WB – Svjetska banka

YCELP – Yale Centar za zakone i politike zaštite okoliša

ŽKD – Županijska komunalna društva

ŽU UZDP – Županijske ustanove za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode

ŽZJZ – Županijski zavod za javno zdravstvo

59. *Završna riječ i naznake za provedbu Plana za pilot područje*

Ovaj Plan sadrži analizu stanja prostora sliva rijeke Jadro u svjetlu budućih klimatskih promjena te predlaže niz mjera i aktivnosti s ciljem održanja i poboljšanja kvalitete života na tom prostoru. Kao ključni preduvjet za ostvarenje tog cilja potrebno je održati i unaprijediti stanje prirodnog okoliša, posebno voda kao ključnog prirodnog resursa za šire područje. Dosad su glavni pokretači promjena u ovom prostoru bile ljudske aktivnosti primarno kroz intenzivnu urbanizaciju, rezultat širenja urbane aglomeracije Splita. Rijeka Jadro u donjem dijelu toka kao i dijelovi pritoka pretvoreni su u urbane kanale i imaju funkciju odvodnje voda, a izgubili su svoje prirodne funkcije. Danas već osjećamo i utjecaje klimatskih promjena kroz veću količinu oborina u kraćim periodima te dulje periode suša i visokih temperatura. Tako smo svjedoci požara i bujičnih poplava u proteklim godinama, a koji će biti učestaliji prema sadašnjim scenarijima klimatskih promjena. Analize su pokazale da na količinski režim voda najveći utjecaj ima klima i klimatske promjene dok na režim kakvoće voda najveći utjecaj ima čovjek.

Na području topografskog sliva nalaze se naselja Solina i Klisa čiji broj stanovnika raste kao i broj zgrada te se urbane površine povećavaju. Urbani razvoj ne prati izgradnja sustava odvodnje otpadnih i oborinskih voda s pročišćavanjem, sustav odlaganja otpada je nerazvijen i vode su pod stalnom prijetnjom onečišćenja. To vrijedi i za područje ukupnog hidrološkog sliva. Uključujući i planirane zone, odnos prirodnih i umjetnih površina u topografskom slivu je 62% prirodnih naprema 38% umjetnih površina. Ovako veliki udjel umjetnih površina u topografskom slivu dovodi do potrebe integralnog upravljanja slivom rijeke i urbanim područjima te se predlaže primjena urbanog dizajna osjetljivog na vode, zelenog grada te pametnog i održivog razvoja prostora.

S ciljem da se saznanja iz ovog Plana prenesu u razvojne planove i dokumente, prvi planirani korak je predstavljanje Plana lokalnoj upravi i to gradonačelniku i gradskom vijeću Grada Solina te načelniku i općinskom vijeću Općine Klis.

U skladu s prijedlogom dionika tijekom predstavljanja plana planiran je nastavak aktivnosti. Tako je planiran prvi sastanak tijekom veljače 2022. godine s ciljem poduzimanja i koordinacije koraka potrebnih za realizaciju predloženih mjera iz ovog Plana. U tijeku je više poziva za prijavu projekata s ciljem „zelene tranzicije” te je ideja da se projekti zajedno prijavljuju i tako ostvari sinergija snaga i integralni pristup u upravljanju.



Slika 106. Pogled na rijeku Jadro

Reference

Bonacci, O. 1987. Karst hydrology with special reference to the Dinaric karst. Berlin: Springer-Verlag.

Fistanić, I. 2002. UPRAVLJANJE KAKVOĆOM VODE IZVORA JADRO, Master's thesis, faculty of Civil Engineering, Split.

GeoVille GmbH & SIRS. 2018. Copernicus Land Monitoring Service, High Resolution land cover characteristics, Lot1: Imperviousness 2018, Imperviousness Change 2015 – 2018 and Built-up 2018. User Manual.

Jukić, Antonija, Utjecaj varijacija protoka na raspodjelu koncentracija hranjivih tvari u rijeci Jadro, Diplomski rad, Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split 2018.

Jukić, Antonija, Utjecaj varijacija protoka na raspodjelu koncentracija hranjivih tvari u rijeci Jadro, Diplomski rad, Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split 2018.

Kapelj, S., Kapelj, J., Novosel, A., Singer, D. 2001. Hidrogeološka istraživanja slivnog područja izvora Jadro i Žrnovnice. (Hydrogeological investigations of watershed of spring Jadro and Žrnovnica). Institut za geološka istraživanja, Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju, Zagreb. Croatia.

Ljubenkov, I. 2015. Hydrodynamic modeling of stratified estuary: case study of the Jadro River (Croatia), J. Hydrol. Hydromech., 63, 2015, 1, 29–37, DOI: 10.1515/johh-2015-0001

Margeta, J. & Fistanic, I. 2004. Water quality modelling of Jadro spring, Water science and Technology, 50 (11) pp. 59-66.

Margeta, J. 2019. Climate change and management of water supply based on karst spring: Jadro River spring, submitted for publication, still under review.

Marko Vinceković, Darko Vončina, Tomislav Kos, Iva Pavlinić-Prokurica, Darka Hamel. Inventory and Status of Persistent Organic Pollutants – Pesticides in Croatia, Pages 323-332. In Book: Simeonov, Lubomir I., Macaev, Fliur Z., Simeonova, Biana G. Environmental Security Assessment and Management of Obsolete Pesticides in Southeast Europa, NATO Science for peace and security series – C: Environmental security, Springer, 2013.

Maša Buljac, Danijel Bogner, Marija Bralić, Marina Barnjak. 2006. Marine sediments characteristics in the Split area, The Holistic Approach to Environment 6(2016)1, 3-16.

Milanović, P. 2004. Water resources engineering in karst, CRC Press, London.

SIRS SAS, GAF AG, Joanneum Research, e-GEOS, Specto Natura, IGN Franec International, Terranea & NLSI. 2020. GMES Initial Operations / Copernicus Land monitoring services – Validation of products, HRL Imperviousness Degree 2018 Validation Report.

Štambuk-Giljanović, N. 2006. Vode Dalmacije (Waters Resources of Dalmatia), Nastavni zavod za javno zdravstvo Splitsko-dalmatinske županije, Split, pp. 147-158.

Vilibić, I. 2006a. Seasonal sea level variations in the Adriatic // Acta Adriatica, 47 (2006), 2; 141-158.

Vilibić, I. 2006b. The role of the fundamental seiche in the Adriatic coastal floods // Continental Shelf Research, 26, 206-216.

GUP Solina (<https://www.solin.hr/prostorno-planska-dokumentacija/planovi-na-snazi/generalni-urbanisticki-plan/>)

Integralna studija prostorne valorizacije rijeke Jadro, 2021., ASK ATELIER d.o.o., Zagreb

PPU Klis (<https://www.klis.hr/prostorni-plan/prostorni-plan-uredenja/>)

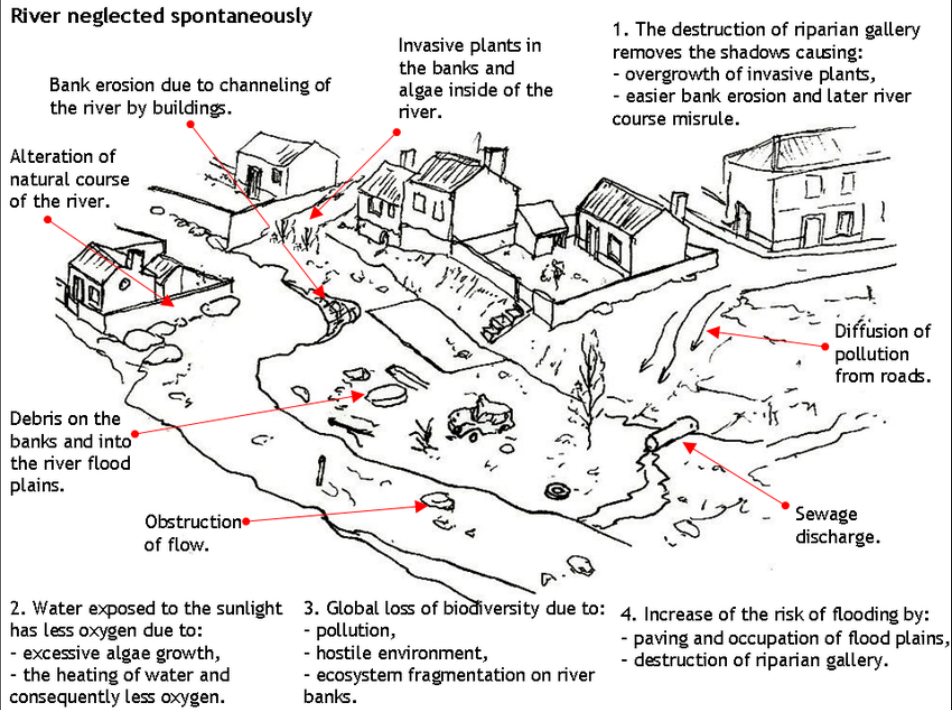
Strategija razvoja Urbane aglomeracije Split (<https://www.split.hr/urbana-aglomeracija-split/strategija-razvoja-urbane-aglomeracije-split>)

Prilozi

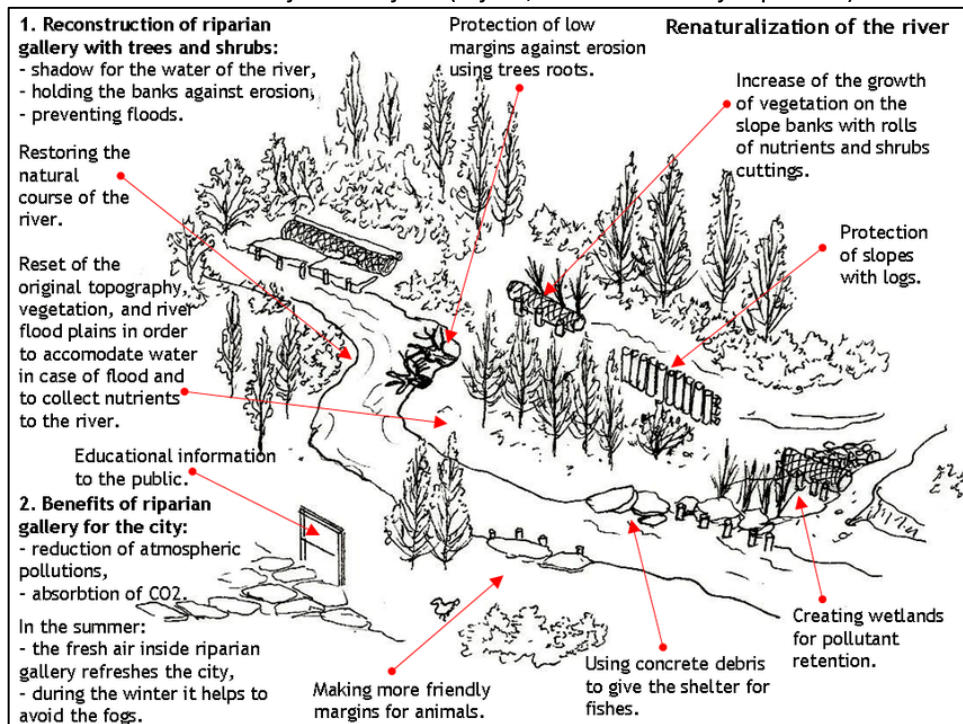
Projekt: Rijeka Jadro i pripadajući inundacijski prostor

Prvo je potrebno izraditi integralni plan upravljanja inundacijskom zonom rijeke Jadro od izvora do mora u skladu s ciljevima održivog razvoja u klimatski neizvjesnoj budućnosti. U skladu s tim planom i uvažavajući integralni pristup, mogući projekti su sljedeći.




Projekt	Renaturalizacija rijeke Jadro (vraćanje prirodnih funkcija rijeci Jadro i njenom okolišu)
Obuhvat	<p>Projekt se može realizirati kroz četiri podprojekta sljedećim redom:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. gornji tok rijeke do ušća Ozrnje, 2. srednji tok rijeke do Gašpinih mlinica, 3. donji tok i prijelazne vode, te 4. obalno more. <p>Podjelom su jasniji specifični ciljevi te hijerarhija realizacije (utjecaja uzvodno na nizvodno) koji se žele ostvariti, a time su i detaljnije definirane mjere za njihovo ostvarenje. U gornjem toku je glavni cilj ojačati zaštitu već zaštićenog dijela rijeke, u srednje obnavljanje ekosustava i prirodnih staništa te zaštita kakvoće vode i povijesnih lokaliteta, u donjem zaštita od poplava, zaštita kakvoće vode, obnova staništa i zaštita kulturnog nasljeđa, a na obalnom moru zaštita od poplava, erozije, zaštita kakvoće vode, te obnavljanje ekosustava i prirodnih staništa boćatih voda i mora Kaštelanskog zaljeva.</p>
Primjer	Generalni prikaz neuređenog sustava i priobalnih procesa



Renaturalizacija toka rijeke (mjere, očekivano stanje i procesi)



	<p>Wlodarczyk, Anna & Mascarenhas, Jorge. (2016). Nature in cities. Renaturalization of riverbanks in urban areas. Open Engineering. 6. 10.1515/eng-2016-0095.</p>
<p>Primjer</p>	<p>Renaturalizacija kanaliziranog potoka i bujica u ravnim i blago nagnutim terenima (početno stanje s betonskim koritom, izvedeno šljunčano korito, ozelenjeno novo renaturalizirano korito)</p> <div data-bbox="357 600 1358 1312"> <p>  Der Soestbach <small>Naturnahes Stadtgewässer mit Erlebnisgarantie</small> </p> <p>4. Herausforderungen bei der Umsetzung</p>  <p>   </p> </div>

	<p>  Der Soestbach Naturnaes Stadtgewaesser mit Erlebnisgarantie </p> <p> 4. Herausforderungen bei der Umsetzung </p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="486 589 823 1003"> </div> <div data-bbox="834 560 1246 976"> </div> </div> <p style="text-align: right;">   </p> <p> https://buero-stelzig.de/fileadmin/user_upload/2017_Soestbach_Projekt.pdf </p>
<p>Primjer</p>	<p>Primjer renaturaliziranog korita i u slučaju prethodno betoniranih korita u naseljima na ravnim i blagim terenima grada</p>






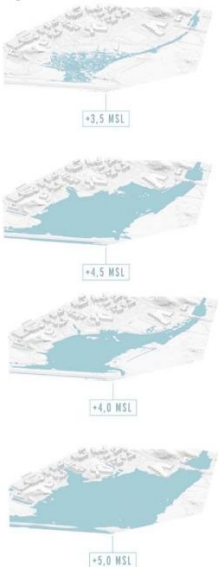
Ecological upgrading of a stream in an urban area

Even heavily straightened and constricted water bodies in the city can be ecologically upgraded by restoring the riverbed and banks.

Source: Werner H. Baur

Podprojekt 1

Podprojekt 1	Zaštita od obalnog plavljenja na ušću (podprojekt nadograđuje projekt sa zaštitom od plavljenja i pametnim razvojem na području ušća)
Obuhvat	Širi prostor ušća rijeke Jadro
Primjer	<p>Primjena rješenja zasnovanih na prirodi.</p> <p>Urbani razvoj ušća uz zaštitu od plavljenja na način da je ostavljen niži prirodni prostor za plavljenje i da su osigurane prirodne funkcije rijeke, a više zaštićene zone terena od visokih voda se koriste za društvene i privredne aktivnosti.</p> <p>Na slici ispod je prikazan primjer rješenja <i>Kirkkojärvi</i> parka u finskom gradu <i>Espoo</i> na području helsinške konurbacije. Primjer je poučan zato što je ideja čitavog parka zasnovana na dinamici mijena razine rijeke <i>Espoonjoki</i> koje su izražene tijekom otapanja snijega i ljeta u proljeće i jakih jesenskih kiša kada poplave de facto paraliziraju okružje rijeke. Stabilizacijom kritičnih točaka kontrolira se područje plavljenja, ali voda postaje oblikovni alat - plavljenjem se prostor konstantno mijenja stvarajući tako atraktivne i pamtljive prostorne senzacije. Iza "sigurne" granice plavljenja izgrađeni su javni sadržaji. Park je tako postao funkcionalan gradski prostor, ali i edukativna platforma za podizanje svijesti o okolišu i promjenama koje ga mogu zadesiti. Iz tog razloga relevantan je primjer za ušće Jadra kojemu izgledno prijete scenarij plavljenja, a predstavlja s jedne strane područje s očuvanom bioraznolikošću (desna obala), a s druge strane prostor koji može udomiti javne i društvene sadržaje (lijeva obala).</p>

	 <p>Kirkkojärvi Flood Park</p>  	 <p> Design: Loci Project Location: Finland Typology: Flood Resilience / Parks / Wetland / Built: 2014 Involved manufacturers: Published on September 8, 2020 </p>
<p>Kirkkojärvi park (https://landezine.com/kirkkojarvi-flood-park/)</p>		

Podprojekt 2

Podprojekt 2	Kreiranje „zeleno-plavog srca“ Solina i Klisa (podprojekt nadograđuje projekt s urbanim funkcijama)
Obuhvat	Srednji i donji tok rijeke, obala mora.

Primjer



Plan prilagodbe za rijeku Jadro

Dodatak:
**KATASTAR OBALNE
INFRASTRUKTURE**

Finalna verzija od 30/12/2021

Broj proizvoda za isporuku D.5.3.2. dodatak

Project Acronym	CHANGE WE CARE
Project ID Number	10043385
Project Title	Climate cHallenges on coAstal and traNsitional chanGing arEas: WEaving a Cross-Adriatic REsponse
Priority Axis	2
Specific objective	2.1
Work Package Number	5
Work Package Title	Pilot Sites: adaptation strategies and measures for increasing resilience to climate change
Activity Number	5.3
Activity Title	Adaptation plan /design of interventions / pilot interventions on Jadro River
Partner in Charge	RERA S.D.
Partners involved	
Status	Final
Distribution	Public

Sadržaj

Uvod.....	3
Popis izgrađenih obala.....	4
Popis zgrada i infrastrukture.....	8
Tipiska rješenja zaštite od obalnog plavljenja	9
Prilog 1: Zbirka karata s prikazom visina i vrsta obale	11
Prilog 2: Zbirka karata s prikazom namjena obale, zgrada i infrastrukture	11
Prilog 3: Tipiska rješenja zaštite od obalnog plavljenja	11

Uvod

Projekt istražuje klimatske rizike s kojima se suočavaju priobalna i tranzicijska područja s ciljem boljeg razumijevanja utjecaja klimatske varijabilnosti na vodne režime, prodor soli, turizam, biološku raznolikosti i agro-ekosustave u projektnom području.

Glavni rezultat projekta je prenijeti najnovija znanja o klimatskim promjenama na kreatore politika koji od toga mogu imati najviše koristi: planeri, tijela za zaštitu prirode, lokalne i regionalne vlasti, a za potrebe procjene prilagodbe na klimatske promjene, podizanje svijesti građana o utjecajima klimatskih promjena i planiranje mogućih mjera prilagodbe.

U tu svrhu razmotrila su se pet obalnih područja kako bi se obuhvatila široka varijabilnost mogućih geomorfoloških i ekoloških postavki i prijetnji koje određuju ranjivost obale.

Cilj projekta CHANGE WE CARE je stvoriti povezanost među svim dionicima i unaprijediti kapacitete lokalnim i regionalnim vlastima utvrđujući odgovarajuće mjere prilagodbe na klimatske promjene u obalnom području.

Projektni zadatak obuhvaća izradu Katastra obalne infrastrukture za područje ranjivo od plavljenja (dalje u tekstu Katastar) za prostor pilot područja projekta CHANGE WE CARE - Kaštelanski zaljev i rijeka Jadro.

Izrada Katastra je dio CHANGE WE CARE projekta i provodi se u okviru projektne aktivnosti 5.3.

Pilot područje obuhvaća sliv rijeke Jadro i Kaštelanski zaljev. Kaštelanski zaljev je jedno od najproduktivnijih područje na srednjem Jadranu. To je zatvoren zaljev pod izrazitim utjecajem slatke vode koja dolazi iz sliva rijeke Jadro i pod jakim je pritiscima zagađenja i eutrofikacije. Kao najizgrađeniji dio obale i time najpodložniji materijalnim štetama, u ovom zadatku razmotrit će se izgrađeni dio obale na pilot području te predložiti rješenja zaštite od obalnog plavljenja.

Katastar sadržava sljedeće dijelove:

1. Popis svih izgrađenih obala s opisom duljine, visine nad morem, starosti, materijalom izgradnje i namjene.
2. Popis zgrada i ostale infrastrukture ugroženih od plavljenja
3. Pripadnu GIS bazu podataka
4. Za prethodno definirane tipove obala, moguća tipska rješenja zaštite od obalnog plavljenja

Popis izgrađenih obala

Zadatak je obuhvatio obalno područje Grada Kaštela. Digitalni podaci o modelu terena, obali i objektima preuzeti su iz Plana upravljanja obalnim područjem Grada Kaštela te su dalje prošireni temeljem satelitskih podataka iz 2021. godine i terenskim prikupljanjem podataka. Rezultat je GIS baza podataka.

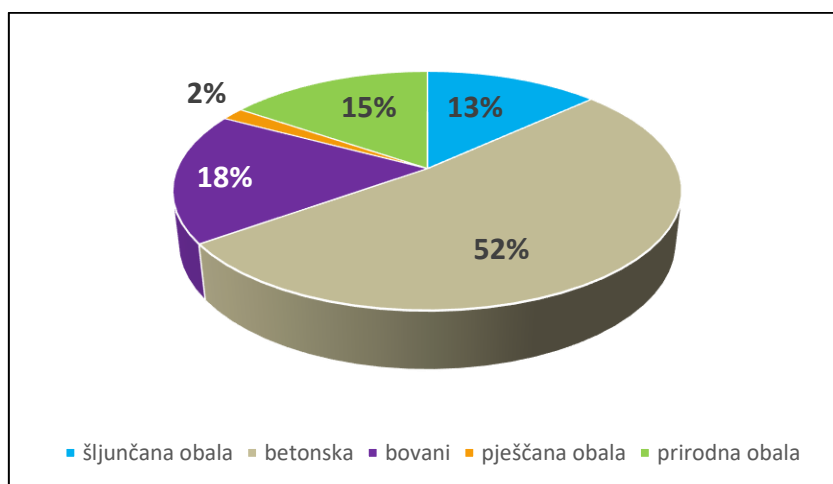
Statističkom obradom podataka izvedeni su podaci o obalama. Tablica 1 daje duljine obala po vrstama za područje Grada Kaštela, a što je ilustrirano grafom na Slici 1. Izrazito dominira izgrađena obala, a prirodne obale je ostalo svega 15%.

Visine pojedinih dijelova obale kao i njihove duljine dane su u GIS bazi te u zbirci detaljnih karata u Prilogu 1.

Ispod su dane pregledne karte s prikazom izgrađenih i prirodnih obala po vrstama.

Tablica 1: Vrste i duljine obala na području grada Kaštela

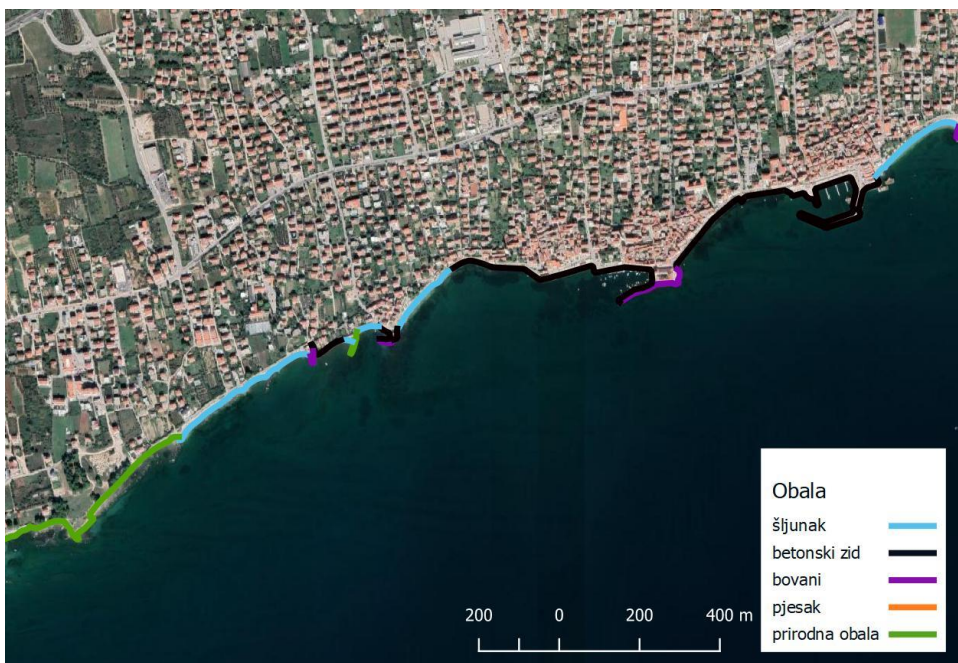
VRSTA	Duljina u km
šljunčana obala	3.13
betonska	12.34
bovani	4.22
pješčana obala	0.41
prirodna obala	3.67
ukupno	23.77



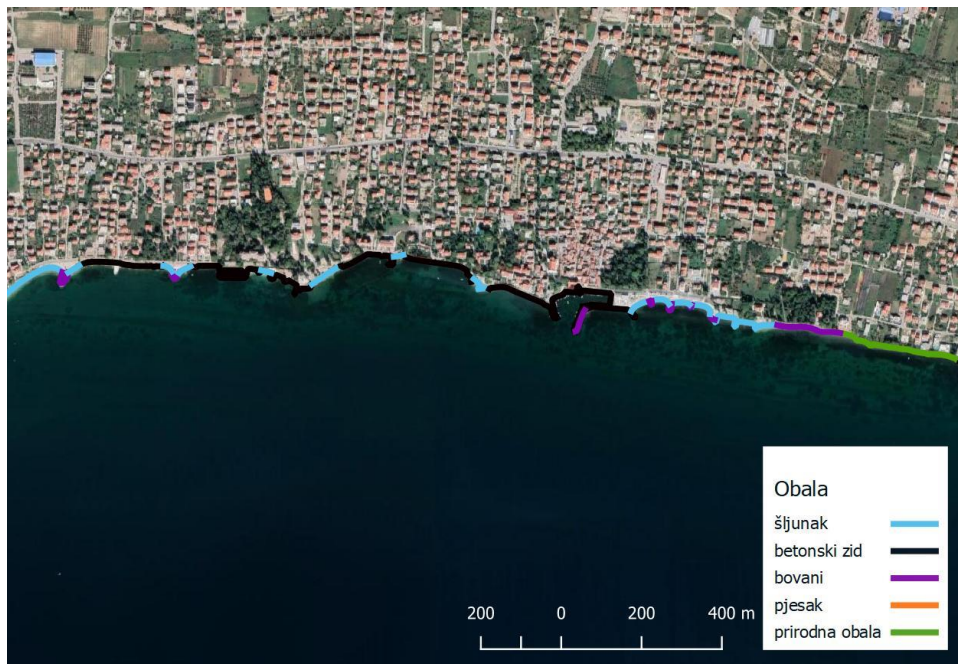
Graf s prikazom udjela vrsta obala na području Grada Kaštela



Kaštel Štafilić – zapad



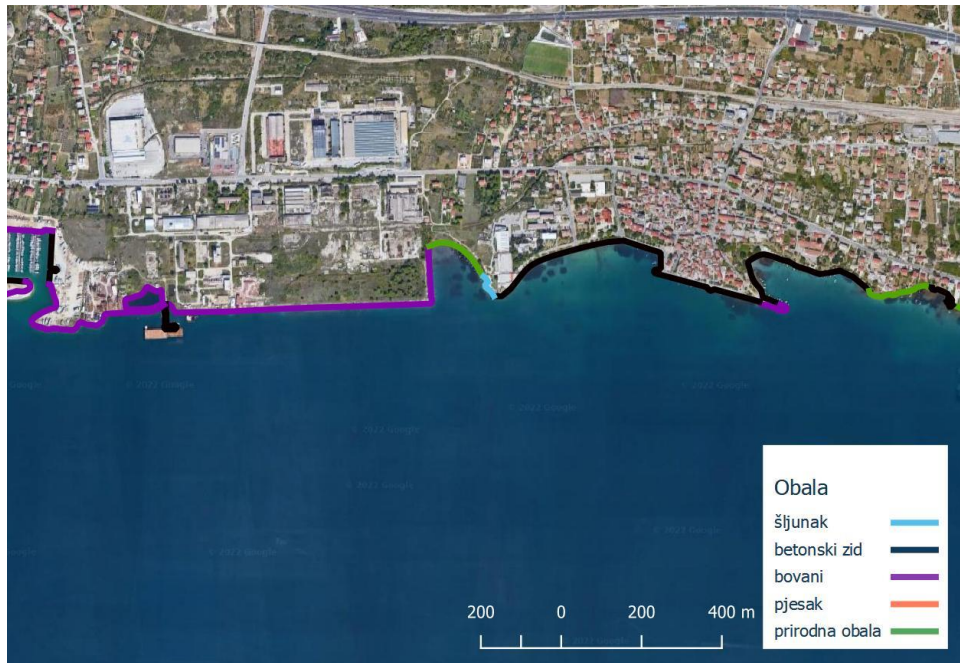
Kaštel Štafilić – istok, Kaštel Novi, Kaštel Stari - zapad



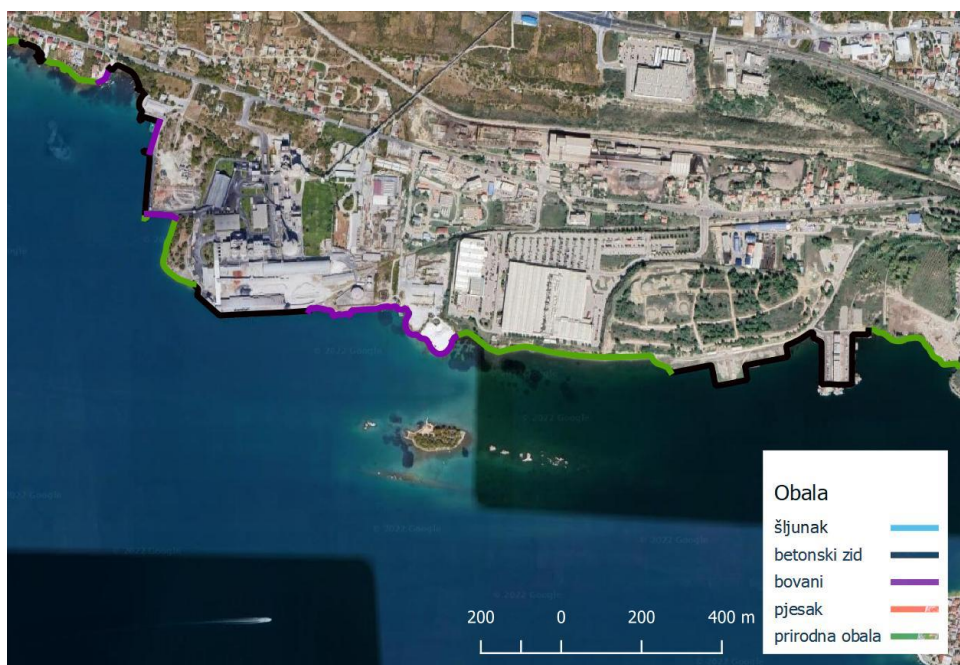
Kaštel Stari – istok, Kaštel Lukšić, Kaštel Kambelovac – zapad



Kaštel Kambelovac, Kaštel Gomilica



Kaštel Gomilica – istok, Kaštel Sućurac



Kaštel Sućurac

Popis zgrada i infrastrukture

Zadatak je obuhvatio obalno područje Grada Kaštela. Digitalni podaci o modelu terena, obali i objektima preuzeti su iz Plana upravljanja obalnim područjem Grada Kaštela te su dalje prošireni temeljem satelitskih podataka iz 2021. godine, iz Open Street Map baze podataka i terenskim prikupljanjem podataka. Rezultat je GIS baza podataka. Ključna obalna infrastruktura ranjiva na plavljenja je kanalizacija i koja je u intenzivnoj izgradnji te je uzeta u obzir ona postojeća i ona planirana.

Statističkom obradom podataka izvedeni su podaci o zgradama i infrastrukturi u najnižim obalnim područjima. Tablica 2 daje duljine i broj infrastrukturnih objekata i zgrada u zonama do 1 metra nad morem, 2 i 3 metra nad morem.

Namjena najnižih dijelova obale, te prikaz zgrada i infrastrukture dane su u GIS bazi te u zbirci detaljnih karata u Prilogu 2.

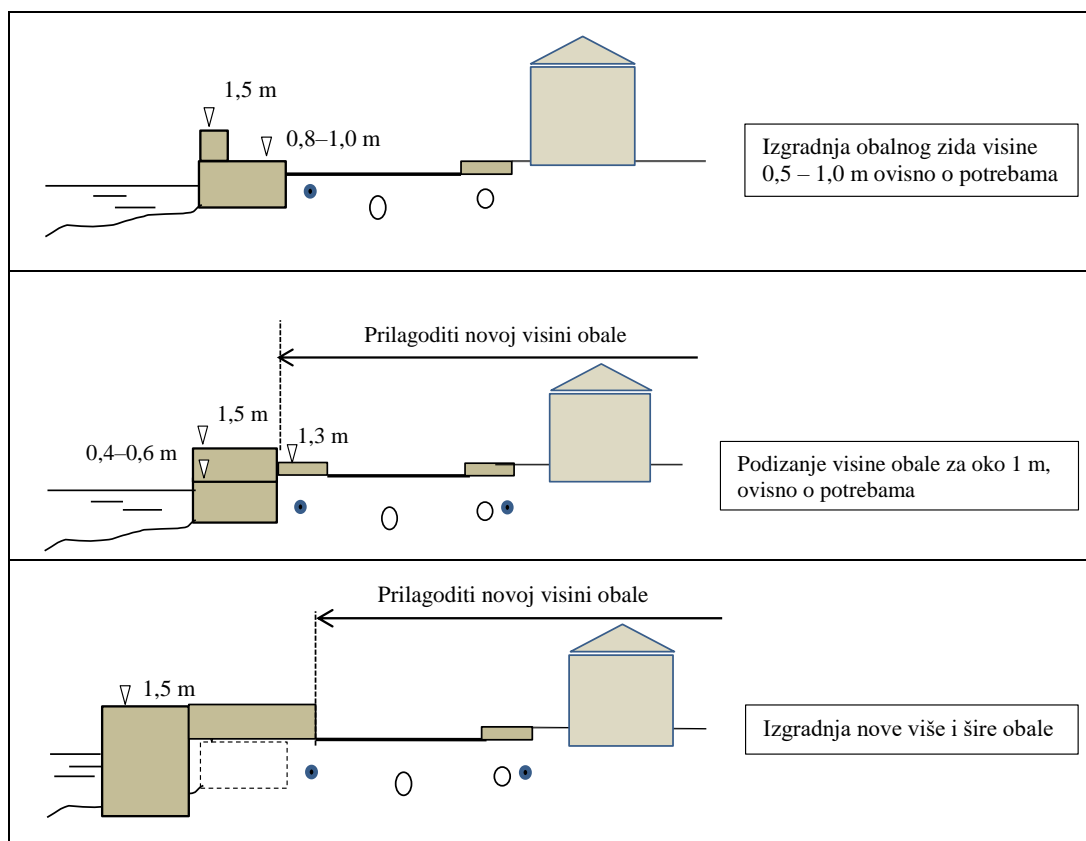
Tablica 2: Količina objekata u najnižim zonama

Objekti	Mjera	Do 1 m.n.m	Do 2 m.n.m	Do 3 m.n.m	Ukupno
Ulice	duljina u km	7.55	5.02	3.83	16.40
Kanalizacijske prepumpne stanice	broj	9	2	3	14
Povijesne jezgre, zone A i B	površina u ha	12.29	8.43	7.54	28.26
Objekti nepokretne kulturne baštine	broj	3	2	2	7
Tlocrti zgrada	površina u ha	4.63	5.12	6.24	15.98
Kućni brojevi	broj	613	571	368	1552

Tipska rješenja zaštite od obalnog plavljenja

Zaštita obale od plavljenja se treba planirati etapno, tako da se obala postepeno prilagođava uvjetima koje će donjeti klimatske promjene.

Na području Kaštela dominiraju obalni betonski zidovi (52%) najčešće u funkciji obalne prometnice/šetnice. Klasično rješenje je izgradnja obalnih zidova s razbijačima valova kroz proširenje obale i zaštitom od zapljuskivanja prostora iza zida. Tu se rješenje može planirati u tri etape, a kako je prikazano na Slici 2.



Slika 2 Primjer etapne izgradnje obala, a kako će je biti potrebno sve više podizati

Duž obale Kaštela nalazimo na povijesne jezgre s objektima na samoj obalnoj liniji. Za njih je jedno od mogućih rješenja izgradnja podpovršinskog razbijača valova za smanjenje vala te zaštita objekta s vodonepropusnim membranama ispod i oko.

Na potezima gdje se nalaze povijesne jezgre s lučicama jedno tipsko rješenje može biti da se cijeli prostor podigne za 30-60 cm, izgradi obalni zid do kote 1,2 m n.m, a ispred obale izgradi pod-površinski razbijač valova.

Duž riva mogu se primjeniti kombinacije mjera – podizanje obale, izgradnja obalnog zida, vanjskog lukobrana, stvaranja novih plaža kao mjere za suzbijanje utjecaja valova.

Prilog 1: Zbirka karata s prikazom visina i vrsta obale

Prilog 2: Zbirka karata s prikazom namjena obale, zgrada i infrastrukture

Prilog 3: Tipska rješenja zaštite od obalnog plavljenja